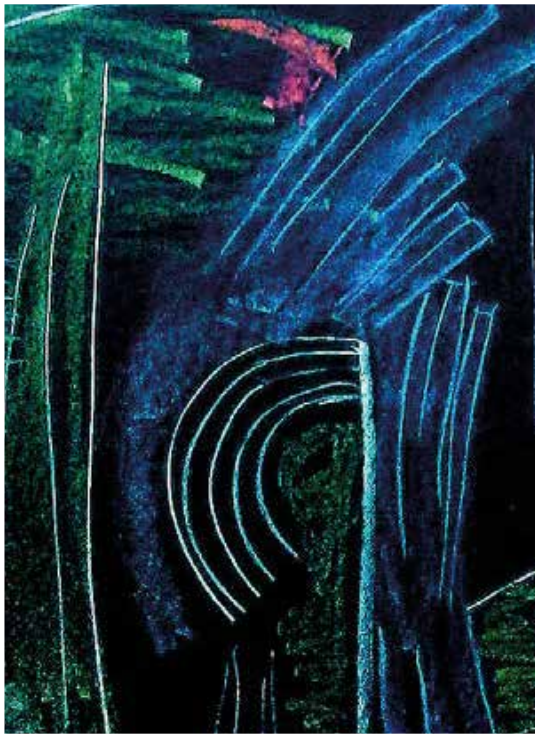
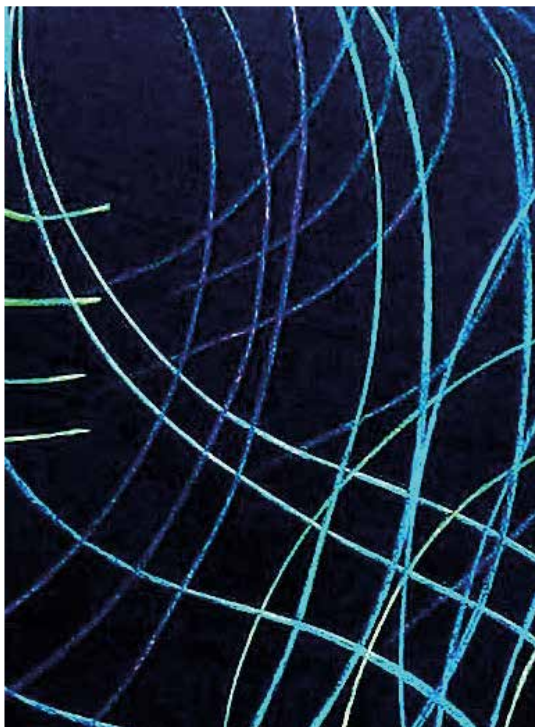
CIENCIA Y ARTE EN LA PIZARRA

J. Meseguer





edit.um
EDICIONES DE LA UNIVERSIDAD DE MURCIA

CIENCIA Y ARTE EN LA PIZARRA

J. Meseguer

edit.um
EDICIONES DE LA UNIVERSIDAD DE MURCIA

Universidad de Murcia
2018

Meseguer, J (1947-)
Ciencia y arte en la pizarra / J. Meseguer.-- Murcia : Universidad de Murcia. Servicio de Publicaciones, 2018.

152 p.-- (Editum)
I.S.B.N.: 978-84-17157-54-8

Arte y ciencia.
Biología-Dibujos.
Universidad de Murcia. Servicio de Publicaciones.

576:74

1ª Edición 2018

Reservados todos los derechos. De acuerdo con la legislación vigente, y bajo las sanciones en ella previstas, queda totalmente prohibida la reproducción y/o transmisión parcial o total de este libro, por procedimientos mecánicos o electrónicos, incluyendo fotocopia, grabación magnética, óptica o cualesquiera otros procedimientos que la técnica permita o pueda permitir en el futuro, sin la expresa autorización por escrito de los propietarios del copyright.

© Universidad de Murcia, Servicio de Publicaciones, 2018

ISBN: 978-84-17157-54-8

Depósito Legal: MU- 622 -2018
Impreso en España - Printed in Spain

Imprime: Servicio de Publicaciones. Universidad de Murcia
Campus de Espinardo. 30100-MURCIA

CIENCIA Y ARTE EN LA PIZARRA

J. MESEGUER

El mérito de que este libro se haya hecho realidad es principalmente de aquellos de mis compañeros de la Facultad de Biología, que fueron mis alumnos y que todavía recuerdan los dibujos que realizaba en la pizarra durante mis clases, dibujos que ellos copiaron, estudiaron y aprendieron.

De entre ellos deseo destacar a la Directora del Departamento de Biología Celular e Histología María Engracia Abad Mateo, a la Decana de la Facultad de Biología Alfonsa García Ayala y a mi amigo el Vicerrector de Profesorado José Ángel López Jiménez. Ellos me han instado de modo incansable a desarrollar una recopilación de mis dibujos. Espero haber cubierto sus expectativas.

Agradezco a mis amigos los Profesores Antonio Nicolás Sánchez y Alfonso Burgos Risco, su imprescindible ayuda técnica siempre desinteresada y amable.

A mi mujer e hijos que de modo continuo y constante dan sentido a mi vida.

Índice

Prólogo de D. José Luján Alcaraz 9

Prólogo de D. José Orihuela Calatayud 11

Para quién 12

Por quién 13

Qué es 14

Cómo es 15

Cómo se hace 16

Con qué se hace 18

Los dibujos 20

A. Introducción 21

B. Sobre papel 43

C. Ilustración científica en la pizarra 75

D. Creación plástica en la pizarra 137

Relación de láminas 150

Prólogo

De D. José Luján Alcaraz

En la didáctica de las Ciencias Naturales son competencias imprescindibles del proceso de enseñanza-aprendizaje la capacidad lectora y escritora y la comunicación verbal. Pero estas habilidades se complementan necesariamente con el lenguaje visual que proporciona a los estudiantes un asentamiento progresivo de los contenidos de la materia objeto de estudio y que se sirve de ilustraciones de muy variada índole, extracción y condición. Entre ellas, el dibujo con tizas de colores en la pizarra del aula ha sido posiblemente la principal herramienta que permitía al maestro completar sus ideas y a los estudiantes no solo reproducir imágenes, sino también anotar observaciones y desarrollar las explicaciones.

Día a día, durante muchos años, Pepe Meseguer ha madrugado un poco más que el resto de compañeros a fin de disponer del tiempo necesario para, con mano de artista y conciencia de científico, plasmar en la pizarra paredes celulares, membranas plasmáticas, vacúolos y mitocondrias. Y también a diario, e ineludiblemente, se representaba una tragedia, el suceso fatal y desgraciado de borrar el arte efímero para dejar hueco en la pizarra a una fórmula física, una ecuación matemática o una definición conceptual.

Era de justicia poner fin a esta transitoriedad y dejar registro perenne de estas creaciones en un manual que, como las pinturas rupestres, conjure la maldición de la fugacidad del arte y la didáctica del profesor Meseguer. De este modo, aquellas representaciones cognitivas de la ciencia quedarán fijadas para siempre en la memoria de todos los que tengan la suerte y ocasión de abrir este libro, y no solo de los afortunados alumnos que durante tantos cursos han tenido la suerte de asistir a sus clases.

Gracias, Pepe, por todo.

José Luján Alcaraz
Rector Magnífico de la Universidad de Murcia

Prólogo

De D. José Orihuela Calatayud

Deseo aprovechar esta oportunidad que se me brinda de destacar la trayectoria profesional del doctor José Meseguer Peñalver, uno de los profesores más sobresalientes de nuestra querida Universidad de Murcia. Resulta especialmente satisfactorio considerando que durante sus más de cuarenta y cinco años de dedicación a docencia, investigación y gestión, Pepe Meseguer ha sido simultáneamente artífice y protagonista del devenir de los acontecimientos del panorama universitario murciano.

Su categoría humana unida al valor y la proyección internacional de su producción científica, han dado como fruto la creación de un grupo de investigación de reconocimiento mundial en el campo de la Inmunopatología comparada. Baste decir que desde diferentes países del mundo acuden hasta su grupo de trabajo personas interesadas en los conocimientos y técnicas más actuales dentro de su área científica, al objeto de adquirir formación en los laboratorios del Departamento de Biología Celular e Histología, en la Facultad de Biología.

Pero en esta ocasión, la presentación de este libro, nos trae a considerar la importancia y calidad de la labor docente de José Meseguer. Su meticulosidad e interés por la mejor formación e información de sus alumnos le han llevado a crear interesantes y valiosas obras de ilustración científica, que han servido de instrumento de comunicación en las aulas de teoría o de prácticas de diferentes Facultades, para los alumnos de distintas licenciaturas, grados, másteres y doctorado. Con ellas, Pepe Meseguer ha sido capaz de crear un lenguaje propio para la docencia de la Biología Celular, la Histología y la Biología del desarrollo. Mediante sus dibujos ha conseguido establecer un auténtico diálogo con alumnos y compañeros, a la vez que una vía de transmisión de sus propios sentimientos y sensaciones, ya que constituyen verdaderas obras personales de arte científico-creativo.

En este libro se reúnen un grupo representativo de tales ilustraciones, que fueron creadas durante el desarrollo de su tesis doctoral, en sus clases, sobre la pizarra o en las libretas de prácticas microscópicas. Además, a partir de un pequeño número de obras con finalidad exclusivamente plástica, también nos muestra de modo discreto sus inquietudes pictóricas. Todos estos dibujos constituyen sin duda una ventana abierta al mundo interior de Pepe Meseguer.

Para la Universidad de Murcia es motivo de orgullo el presentar este libro de recopilación de ilustraciones, representativa de la labor singular de uno de nuestros más destacados profesores. Sus dibujos trascienden la mera reproducción de lo observación microscópica, para convertirse en un mundo singular y único de imágenes sobre ciencia y arte.

José Orihuela Calatayud
Rector Magnífico de la Universidad de Murcia (2014-2018)

Para quién

La ciencia se sustenta en tres pilares que se apoyan entre sí y se nutren mutuamente: la experimentación, la divulgación y la enseñanza. Prescindir de uno de ellos constituye un error grave e imperdonable.

Como Profesor y como Científico considero que la mejor forma de divulgar es ilustrar, tanto en el aula como en la publicación oral o impresa. Por ello, durante más de cuarenta años de actividad profesional en la Universidad de Murcia, he tratado de transmitir y generar conocimiento e interés científico en mis alumnos, en la comunidad científica y en nuestra sociedad. Para ello, he dedicado una parte generosa de mis esfuerzos y de mi tiempo, a producir imágenes que han servido específicamente para ilustrar los resultados de mi actividad como profesor e investigador.

Esta actividad de ilustración, ha estado presidida por un enorme afán permanente de estudio y aprendizaje, y se ha visto avalada por la herencia de unas dotes particulares de perseverancia y capacidad de observación, unidas a un gran amor hacia las cosas bien hechas. También me ha servido de apoyo en esta actividad cotidiana, el disponer de un ojo bien educado y el interés por la estética.

Como ocurre con cualquier otro sistema de comunicación, la ilustración constituye una poderosa herramienta para el científico que, como emisor, hace que el mensaje en forma de imagen impresione la retina de las personas receptoras. Este mensaje constituye la mejor vía de comunicación entre el científico-ilustrador y los demás miembros de la sociedad.

El presente libro tiene por objeto reunir una serie de imágenes derivadas de mi actividad ilustradora como profesor, realizadas en el despacho, en el laboratorio, o en el aula tanto de teoría como de prácticas. Se trata de dibujos desarrollados empleando técnicas muy variadas, cuyas bases son recogidas de modo sencillo y resumido al inicio de esta obra.

También presentamos imágenes de tres obras creativas cuyo carácter es exclusivamente plástico. Estas también han sido realizadas tomando como soporte la pizarra y los mismos materiales utilizados para las ilustraciones docentes en el aula.

Así pues, este libro está dirigido **a toda persona que guste de ciencia y de arte**, que sea capaz de disfrutar de todo lo que pueda haber de bello y artístico en la representación de la observación científica, y de modo particular en la observación microscópica, con especial interés por lo que de ello se transmite en un aula, por aquello que se ilustra en una pizarra durante un curso sobre biología de células, tejidos y órganos, o por aquello que sea posible realizar con tiza sobre una pizarra con motivos exclusivamente plásticos.

José Meseguer Peñalver realizó sus estudios de Licenciatura y de Doctorado en Biología en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Valencia, y sus estudios de Licenciatura y de Doctorado en Bellas Artes en la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Murcia. Es Catedrático de Biología Celular y Profesor Emérito de la Universidad de Murcia.

Como docente, desde el año 1973 imparte docencia de Biología Celular a alumnos de los títulos de Licenciatura y Grado de "Medicina y Cirugía", "Enfermería", "Fisioterapia", "Óptica y Optometría", "Biología", "Ciencias Ambientales", y "Biotecnología". También ha impartido docencia en los másteres de "Bioinformática", "Gestión de Recursos Pesqueros y Acuicultura", "Biología Molecular y Biotecnología" y "Formación del Profesorado" Ha sido responsable institucional de su universidad en la "Red Docente Europea Aqua-tnet" Ha Coordinado el Programa de Postgrado "Integración y Modulación de Señales en Biomedicina" Ha dirigido más de cuarenta tesis doctorales, muchas de ellas distinguidas como "Premio Extraordinario de Doctorado" También ha dirigido veinte tesis de licenciatura, ha tutelado diecisiete becas predoctorales, y numerosos proyectos fin de carrera, fin de grado y fin de máster. Ha tutelado veinte intercambios de alumnos ERASMUS con las universidades de Viterbo en Italia y de Aberdeen en Escocia. Es miembro del Comité del Programa ERASMUS de la Comunidad Europea. Es evaluador de títulos y centros para las Agencias valenciana AVAP y gallega ACSUG.

Como investigador, es el creador y responsable de un grupo de investigación designado como "Grupo de investigación de Excelencia" por la Fundación Séneca de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. Este grupo lo constituyen tres catedráticos, cuatro Profesores Titulares, dos Profesores Contratados, cuatro Técnicos (Microscopía, Cultivos Celulares, Biología Molecular y Acuariología) y numerosos Becarios y Personal Contratado. Su actividad científica se centra en el estudio de la inmunidad, y las relaciones inmuno-endocrinas, de peces de interés comercial. Esta labor se desarrolla en colaboración con el "Instituto Español de Oceanografía", con diferentes "Empresas de Acuicultura" de carácter local, nacional, europeo o multinacional, así como con importantes universidades nacionales e internacionales. La investigación desarrollada ha sido financiada de forma continuada desde 1991, mediante la concesión, en convocatoria pública y competitiva, de más de cuarenta proyectos locales, Nacionales e internacionales, destacando varios de ellos pertenecientes a Programas Marco de la Unión Europea y uno de la Organización Genoma Canadá. En 2002 fue galardonado con el "Premio Jacumar para la Investigación en Acuicultura", concedido por la Junta Asesora de Cultivos Marinos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Tiene 4 sexenios de investigación. Ha generado tres patentes de invención, de ámbito nacional, propiedad de la Universidad de Murcia. Es referee de ocho revistas científicas internacionales. Es evaluador de proyectos de investigación de las Agencias ANEP y AVAP.

Como divulgador científico ha editado 6 libros, ha publicado 18 capítulos de libro y más de 260 artículos científicos en revistas de elevado prestigio e impacto en su área. Ha presentado sus resultados investigadores y docentes en numerosas Reuniones, Simposios y Congresos Internacionales y Nacionales de su especialidad. Ha impartido conferencias internacionales y nacionales y ha practicado varias estancias y visitas a diferentes universidades españolas y extranjeras, de entre las que son de destacar las de Holanda, Escocia, Italia o Austria.

Como Gestor Académico ha desempeñado el cargo de Secretario del Departamento de Biología Celular e Histología, ha sido durante más de nueve años Vicedecano de la Facultad de Biología de la Universidad de Murcia y Decano electo de este Centro durante dos candidaturas sucesivas, comprendidas entre los años 2008 y 2017. Durante su mandato como decano fue elegido y nombrado presidente de la Conferencia Española de Decanos de Biología. Es miembro electo del Claustro de su universidad y ha sido designado presidente de la mesa del mismo para su constitución.

Su reciente y corta actividad artística se ha desarrollado a partir de la defensa de su Tesis Doctoral sobre “La relación entre Arte y Ciencia. Los dibujos de Santiago Ramón y Cajal” Dicha actividad se ha centrado especialmente en la práctica de la serigrafía, el grabado y la pintura, habiendo desarrollado exposiciones en diferentes centros institucionales de la Universidad de Murcia, en Ayuntamientos y Bibliotecas de la Región y en entidades de carácter privado. Ha impartido dos conferencias sobre “La relación Ciencia y Arte” Ha realizado el diseño fotográfico de portadas de revistas de divulgación y científicas. Presentó una obra conjunta de video, que fue seleccionada en la Bienal Internacional de Arte Universitario de Bilbao IKAS ART (2008). Ha realizado y donado un retrato del Rector José Loustau, situado en el Laboratorio Museo Loustau de la Universidad de Murcia (2015). Ha impartido una conferencia por invitación, sobre la relación Ciencia y Arte, programada dentro de la I Semana de la Química y la XXX Semana de la Biología (2016). Se ha formado en las técnicas cerámicas en la “Escuela de Cerámica La Bisbal” de Gerona. Durante sus estudios de Bellas Artes realizó varios proyectos y trabajos conjuntos de escultura, vídeo y cortometraje con diferente temática, así como trabajos audiovisuales o documentales. De entre ellos destaca la escultura de gran formato expuesta en la vía pública, titulada “Minimal Experience” (2006); La proyección audiovisual titulada “Somewhere” en la “Exposición de Arte en la Calle” (2007); El cortometraje titulado “Crossin. El alma de la mariposa” en el “Aula de cine” (2008); la videoconferencia titulada “Ciudades efímeras”; o el proyecto documental titulado “Dios y los embriones” (2009), proyectado en la sala de Grados de la Facultad de Bellas Artes.

En el ámbito de lo personal es amante y fiel defensor de la familia, de la cultura y en particular de la ciencia y del arte por todos y para todos. Quiere con locura a su mujer y a sus hijos. Le encanta dibujar, pintar y leer, así como la compañía de sus amigos y de la gente cercana. Gusta de la buena música, del cine y de visitar exposiciones y museos. Le resulta muy placentero pasear acompañado de su fiel mascota, una samoyedo llamada Luna, con la que suele compartir cortos monólogos. Disfruta con una buena gastronomía, sobre todo si es en compañía de familiares y amigos. Considera que viajar es uno de los mayores placeres posibles.

La ilustración científica es como un juego en el que predomina un ejercicio de síntesis.

Supone una simplificación de lo observado, estudiado y analizado.

Hace posible divulgar el conocimiento de una manera sencilla y clara, permitiendo propagar, difundir, promover, publicar…

Constituye algo dirigido concretamente a las personas que muestran interés e ilusión por conocer y saber.

Está siempre vinculada a un proyecto concreto que depende de la especialidad científica y de sus métodos.

Pretende dar respuestas a cuestiones científicas concretas tales como: ¿Por qué sucede…? o ¿Cómo ocurre…?

Es considerada una exigencia o un complemento perfecto del proceso “Enseñanza-Aprendizaje”

Es una forma de arte expresivo provista de diferentes componentes y técnicas artísticas importantes: dibujo, diseño, color…

Puede ser tenida por divertida, entretenida y placentera, tanto por el emisor (profesorado) como por el receptor (alumnado, mundo de la ciencia, sociedad).

Requiere un nivel adecuado de conocimiento, de destreza y de habilidad.

Exige paciencia y método.

La docencia de calidad es un verdadero arte expresivo en el que juegan un papel esencial cualidades como la elocuencia y la capacidad para crear imágenes. Ambas cualidades constituyen importantes elementos de captación de la atención y el interés del alumnado hacia el tema objeto de transmisión de conocimiento.

Dibujar en la pizarra durante cada clase, supone narrar o contar una historia en imágenes ante los ojos del alumnado, durante un tiempo limitado, el de duración de cada sesión (unos cuarenta minutos).

En el aula, sobre el encerado, cada imagen se desarrolla de modo paulatino y progresivo, asociada a una explicación verbal del contenido de la información. Ello exige del profesor tres actividades previas:

1) Adquisición de una información de calidad, completa y actualizada, sobre el tema objeto de la clase.

2) Memorización de modo ordenado de la información a transmitir en esa clase.

3) Asociación de tal información a su representación sobre el encerado en un orden temporal estricto, es decir, establecer una relación temporal estrecha entre la información verbal progresiva y el desarrollo del dibujo o ilustración.

Estas tres actividades hacen obligatorio, o al menos muy aconsejable, el materializar sobre el papel, previamente a la clase, un dibujo de lo que ha de ser representado en el aula. Esto llega a convertirse en una exigencia si se trata de información amplia, compleja y descriptiva, como es el caso de la información propia de ciertas materias como la Biología Celular y la Biología del Desarrollo, cuyas ilustraciones requieren de la realización de dibujos complejos.

En cuanto al nivel de complejidad de la información que se va a representar, es conveniente contar con el factor sorpresa, determinado por el grado de ingenuidad (preparación) del alumno.

Un nivel adecuado de sagacidad (conocimiento y experiencia) del profesor se convertirá en un arma de gran utilidad para prevenir tal factor.

En lo referente a la calidad de información e ilustración, si bien un dibujo en la pizarra es algo efímero, que se desarrolla en tiempo limitado y que, al acabar la clase se borra y desaparece, no debe ser considerado como algo intrascendente. Pretendemos compartir información durante un periodo de tiempo limitado y concreto, y no debemos olvidar que, más tarde, fuera del aula, dicha información podrá ser, a su vez, compartida, comparada y contrastada por los alumnos. En este sentido, tampoco debemos olvidar que estamos en la era de la comunicación a través de móviles y ordenadores.

Debemos evitar colmar la cabeza del discente con un exceso de información verbal, que en el mejor de los casos puede que le resulte hasta comprensible, aunque posiblemente sea en parte innecesaria. Es preferible aportar información visual, en imágenes, que suponga una síntesis fácil de recordar.

La ilustración sobre la pizarra, puede verse fuertemente condicionada por agentes externos o internos, completamente ajenos a la intención docente. Es el caso de factores ambientales tales como la calidad de iluminación del aula, y en concreto el nivel de iluminación de la pizarra (luz natural o artificial insuficiente, brillos de iluminación, etc.); el sonido (ruidos internos o externos al aula); el estado anímico del alumnado o del profesor; la distancia entre cada discente y la pizarra; presencia de elementos de distracción en el aula; extensión insuficiente de la superficie del encerado; etc. Todos estos factores merecen ser considerados y, en su caso, minimizados en lo posible. En este sentido, la naturaleza y exigencias de cada materia han de ser objeto de una planificación docente de calidad.

Un dibujo científico nunca debe ser entendido por el alumnado o por el profesorado como una obra creativa en sentido estricto, sino que debe basarse en la exigencia de una gran fidelidad a la información disponible. Esto alcanza especial relevancia, cuando la información procede de la observación y el análisis científico de objetos. Debe quedar claro, que no se pretende ejercitar el desarrollo de capacidad inventiva

o interpretativa sobre lo observado, ni de competir por la realización del dibujo más bello.

Lo que se pretende es reproducir lo que se observa o esquematizar lo que se sabe. Se debe huir de las consideraciones sobre el propio valor como artista creativo. También es esencial descartar posturas derrotistas. Realizar un dibujo científico válido, suele ser más fácil de lo que parece. Debemos partir de la idea de que todos somos capaces de hacer un esquema científico sencillo. El grado de complejidad de cada ilustración creada, vendrá determinado por las exigencias de la información disponible, así como por el nivel de destreza y la capacidad de síntesis de cada sujeto.

Sin embargo, debe tenerse presente que la elaboración y el diseño de ilustraciones científicas de calidad, es actualmente una actividad profesional compleja, que puede requerir de técnicas e infraestructuras también complejas. Las exigencias de calidad de las ilustraciones de textos y publicaciones científicas, han dado lugar a directrices editoriales, que ponen en valor la importancia de dibujos y esquema, siendo estos equiparados a las tablas de datos cuantitativos.

Finalmente, debemos recordar que ser un profesor “divertido” no significa necesariamente ser un “buen profesor” y que ser un profesor “bueno” tampoco significa necesariamente que se es un “buen profesor”.

Todo dibujo a realizar en la pizarra debe ser planificado y elaborado pensando en el alumnado al que irá dirigido.

Debe tener como referencia el conocimiento y la información derivada de la experimentación y la observación científica.

Se han de seguir unas pautas básicas de procedimiento, idénticas para el desarrollo de toda forma de ilustración científica, independientemente del soporte sobre el que se realice (papel, pizarra, ordenador, tablet…).

Se ha de procurar que el dibujo sea de fácil comprensión, sencillo, claro y conciso, tanto en el caso de representaciones bidimensionales (2D) como tridimensionales (3D).

El procedimiento y orden a seguir será el siguiente:

A) ANTES DE LA CLASE

- Obtener la información: macroscópica mediante la observación, estudio y análisis de especímenes o muestras, directamente con el ojo, o mediante el uso de lupas; en el caso de información microscópica, esta será obtenida a través de la observación al microscopio de secciones, extensiones o cultivos de células y tejidos.
- Completar la información personal utilizando textos, publicaciones, imágenes fotográficas de calidad, o ilustraciones de otros autores, que sean representativas del conocimiento existente sobre la materia, tanto a nivel macroscópico como microscópico.
- Desarrollar por escrito el contenido científico motivo de la clase, a modo de unos apuntes.
- Tomando como referencia esos apuntes, realizar sobre papel algunos dibujos rotulados sencillos, que servirán de base y referencia para el que se ha de realizar en el aula, sobre la pizarra.
- Apuntes y dibujos sobre papel deben acompañar al profesor en el aula, como material de consulta al que recurrir en caso necesario.

B) EL DIBUJO SOBRE PAPEL

- En primer lugar, se procederá a preparar los materiales.
- Utilizar 3/4 del espacio disponible sobre el papel, y en la zona central del mismo, previendo los necesarios espacios de los márgenes para el rotulado.
- Se buscará la correspondencia de contenido, forma y color entre lo observado y lo dibujado. En el caso de dibujos de microscopía es importante mantener los colores que nos muestra el microscopio como consecuencia de la aplicación de colorantes histológicos propios de las técnicas de tinción de células y tejidos vegetales o animales.
- Inicialmente el dibujo debe ser realizado mediante líneas bien definidas que darán lugar a una

estructura gráfica sencilla, la cual irá adquiriendo la complejidad considerada estrictamente necesaria.

- Se ha de conseguir un coloreado suave de las zonas interiores a las líneas. Debe tratarse de un sombreado, evitando que el dibujo se convierta en algo recargado y pesado. Se puede rellenar con líneas débiles, continuas o discontinuas, definidas o borrosas, y de diferente grosor, o con puntos en el caso de espacios reducidos.
- El resultado final del dibujo debe corresponder a un conjunto de líneas, puntos de color y sombras.
- Es necesario diferenciar entre representaciones de observaciones 2D, que en general corresponden a la observación con el microscopio óptico convencional o a la microscopía electrónica de transmisión (TEM), y representaciones de observaciones 3D, que pueden corresponder a la observación macroscópica, a la de microscopía electrónica de barrido (SEM), a las de microscopía confocal, o a las de algunas de las denominadas nuevas microscopias.
- En los dibujos sobre papel es conveniente especificar los aumentos de observación o una línea indicadora del tamaño relativo.
- Los dibujos científicos pueden constar de una sola figura, figura principal, y de una o varias figuras de detalle. Solo deben ser representados detalles muy notables (evidentes o necesarios para completar la información), manteniendo siempre la relación de tamaños en los mismos. En el caso de dibujos sobre Biología del Desarrollo, se verá la conveniencia de realizar series de dibujos, representativos de estadios consecutivos.

C) EL DIBUJO EN LA PIZARRA

- Antes de comenzar, se ha de comprobar que la pizarra está debidamente limpia, bien iluminada y en perfecto estado de apoyo o sujeción, evitando con ello posibles incidentes.
- Se ha de disponer de tiza blanca y de colores en cantidad suficiente, así como de un borrador.
- Las tizas han de ser partidas antes de su uso, para evitar que vibren emitiendo un chirrido típico.
- Provisto de guardapolvos o bata de laboratorio, y teniendo siempre cerca el borrador, tomar en una mano tiza blanca y en la otra tizas de los diferentes colores a utilizar, que estarán en concordancia con los colores empleados en el dibujo de referencia.
- Dar tiempo a los alumnos para que se posicionen correctamente y se provean de lo necesario antes de comenzar.
- El desarrollo del contenido de la clase se inicia con la información verbal, a la vez que se comienza a escribir y a dibujar sobre el encerado.
- Escribir con tiza blanca, un rótulo en letra mayúscula y subrayada, indicativo del tema objeto de la explicación, o del dibujo que se va a realizar. Servirá para informar permanentemente sobre la intención o hipótesis de trabajo.
- Dibujar utilizando con preferencia tiza de colores claros, para que se vean bien sobre el fondo oscuro de la pizarra.
- Reproducir sobre el encerado el dibujo de referencia del modo más exacto posible, el cual debe corresponderse con lo observado, evitando crear o imaginar cosas que no están o que se considera que deberían estar.
- Comenzar a dibujar en la pizarra centradamente. Se ha de empezar trazando una línea delgada, con tiza blanca, que defina el contorno de la figura, para pasar a continuación a desarrollar con tiza de colores las diferentes partes de la misma, siempre de modo temporalmente coordinado con el contenido de la exposición verbal.
- Con carácter general, para contorno, rótulos e indicadores se usará tiza blanca. Para el resto del dibujo se utilizarán tizas de color. No borrar con la mano, sino con el borrador.

- Es esencial el tamaño del dibujo y de los rótulos. Estos deben ser claramente visibles desde la distancia más alejada del aula.
- Se prestará especial atención a las proporciones, comprobando que existe una estricta relación de tamaños, tanto en lo referente al dibujo completo como a la relación entre sus partes.
- Para conseguir centrar la atención del alumnado, se recomienda no subdividir la superficie de la pizarra, ni realizar varios dibujos simultáneamente.
- Se procurará hacer descansos muy breves para dar tiempo al alumnado a desarrollar su labor de forma adecuada. Se ha de evitar el miedo a periodos cortos de vacío de palabra durante la realización del dibujo. Los alumnos deben tener tiempo suficiente para reflexionar sobre lo dicho y para copiar debidamente el dibujo que se está realizando en la pizarra.
- Es posible, e incluso recomendable, la experiencia de trabajo en equipo, en grupos de dos o tres componentes del alumnado, con una división rotatoria del trabajo, de modo que uno o más de ellos tomen apuntes escritos, a partir de la información verbal emitida, mientras que otros realizan el dibujo sobre papel, copiando lo más fielmente posible el dibujo que se va realizado en la pizarra.
- Evitar en lo posible ponerse delante del dibujo, para permitir su visión por parte del alumnado.

D) LOS RÓTULOS

- En el proceso de rotulado del dibujo se observarán una serie de normas esenciales, que sirven tanto para el dibujo sobre papel como para el dibujo en la pizarra.
- Se comenzará con un rótulo en letra mayúscula y subrayado sencillo o doble, representativo del contenido del dibujo. Este debe presentarse en el margen superior izquierdo.
- El resto de los rótulos se realizarán preferentemente a la derecha o alrededor del dibujo, evitando en lo posible el localizarlos dentro del mismo, y siempre en letra minúscula. No se utilizará letra cursiva en el caso de rótulos para el dibujo sobre papel.
- No usar letras sueltas o símbolos sin establecer una leyenda. Esta es utilizada comúnmente en gráficas, dibujos, o pies de figura, realizados o editados en papel. Sin embargo, suele resultar complicado, incómodo y poco claro en el caso del dibujo en la pizarra.
- Las líneas de marca deben salir del centro de la estructura que se pretende indicar o marcar.
- El recorrido de las líneas de marca debe ser recto y continuo. Para su trazado sobre papel se utilizará una regla. En la pizarra el trazado se ejecutará a mano alzada.
- Procurar que las líneas de marca no se crucen ni lleven punta de flecha en su extremo. No escribir sobre las líneas de marca.

EL DIBUJO SOBRE PAPEL

Los materiales y los métodos para dibujo sobre papel, con carácter profesional, son complejos y variados, y están lejos de lo que aquí pretendemos abordar. Lo que pretendemos es la realización de un dibujo esquemático y sencillo, que ha de servir de base y como referencia para el que se ha de desarrollar más tarde en el aula, sobre la pizarra, con objetivo docente.

Para realizarlo, se dispondrá de una superficie de trabajo amplia y bien iluminada, y de los útiles de dibujo básico: papel, lápiz, goma, sacapuntas y una regla graduada.

Puede ser utilizado cualquier tipo de papel. Muchos de los dibujos de los primeros anatomistas y microscopistas, fueron desarrollados sobre cuartillas o folios para escritura, e incluso en papel reciclado de procedencia muy variada.

Para dibujos muy elaborados, se puede utilizar papel específico de diferentes marcas. Generalmente se utilizan hojas individuales o en libreta con espiral, que permite desprenderlas con facilidad.

El dibujo debe ser realizado exclusivamente con lápices, preferentemente con lápiz de grafito de varias durezas (HB, 2B, 4B…) y con lápices policromos. También se puede utilizar plumilla y tinta china, Rotring o Pilot.

Los lápices deben estar bien afilados. Para ello se utilizará un buen sacapuntas.

Considerando que se trabajará sobre superficie blanca, será esencial tratar de conseguir diferentes valores o grados de gris a negro, así como diferentes tonos de color.

Los degradados y sombreados tanto en negro como en color, se conseguirán presionando con distinta intensidad sobre el papel, o rayando suavemente en direcciones perpendiculares.

Para borrar, se utilizarán gomas blandas, tipo miga de pan. El uso de una goma moldeable permitirá sacar luces en los sombreados. También se podrán dar luces o brillos utilizando lápiz blanco, con transición muy gradual.

▼ **Lápices, gomas, sacapuntas y regla.**

EL DIBUJO EN LA PIZARRA

Nos referiremos al desarrollo de dibujos sobre pizarra convencional, de color oscuro. Las nuevas pizarras de superficie blanca pulida, para uso de colores al alcohol tipo rotulador, quedan fuera de nuestro objetivo.

- Unas condiciones óptimas del estado de la superficie de la pizarra, son fundamentales. También es importante la correcta sujeción de la misma.

- Es esencial que la superficie de la pizarra a utilizar esté convenientemente borrada, limpia y seca.

- El color de la pintura de la superficie de la pizarra condiciona enormemente el tipo de colores a utilizar.

- El dibujo se desarrollará con tizas de color y tiza blanca de tipo comercial. Actualmente se utilizan tizas de yeso, en barras cilíndricas, que se expenden en paquetes o cajas.

▼ **Pizarras, tizas y borrador.**

Los dibujos

A continuación, se muestra una recopilación de dibujos que se organizan en cuatro apartados:

[A] Introducción.

La realización de los dibujos incluidos en el apartado **[A]** tuvo lugar durante nuestra etapa de formación doctoral.

[B] Dibujos sobre papel.

Los dibujos y esquemas contenidos en el apartado **[B]** son parte de nuestra actividad como profesor de Biología Celular en la Universidad de Murcia tanto en el desarrollo de la docencia teórica como práctica.

[C] Ilustración científica en la pizarra.

Los dibujos del apartado **[C]** son reflejo de los llevados a cabo en el aula de teoría durante la impartición de los contenidos de las materias propias del área de la Biología Celular. Han sido creados recientemente con la intención exclusiva de su presentación en este libro.

[D] Creación plástica en la pizarra.

Finalmente, los del apartado **[D]** pretenden ser tan solo un breve reflejo de nuestra actividad de creación plástica actual.

De todos ellos se recoge solamente una muestra, la cual está lejos de pretender ser exhaustiva en sentido alguno.

[A]
Introducción

En este apartado se presentan los dibujos que sirvieron para ilustrar los resultados de nuestra tesis doctoral en Biología.

Fueron hechos con Rotring y grafito sobre papel cebolla (años 1973-1976).

Tratan sobre la estructura y ultraestructura de la nefrona del riñón de anfibios, concretamente sobre la que constituye el riñón de rana común (*Rana ridibunda L.*).

La información que sirvió de base para la realización de estos dibujos fue obtenida de secciones ultrafinas de material biológico incluido en resina y estudiado con un microscopio electrónico JEOL 8T, así como de fotografías capturadas con una cámara fotográfica incorporada a este mismo aparato. Los clichés fotográficos obtenidos fueron revelados y positivados en papel mediante las técnicas clásicas convencionales para fotografía analógica en blanco y negro.

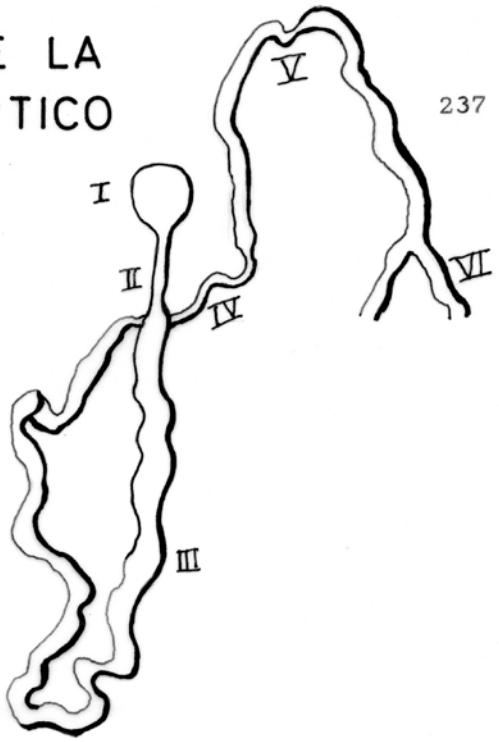
Lámina 1

Estructura anatómica y microscópico óptica de la nefrona de rana común.

DISPOSICION TOPOGRAFICA DE LA NEFRONA AL MICROSCOPIO OPTICO

237

I. CORPUSCULO RENAL
II. CUELLO GLOMERULAR
III. T. CONTORNEADO PROXIMAL
IV. SEGMENTO DELGADO
V. T. CONTORNEADO DISTAL
VI. T. COLECTOR



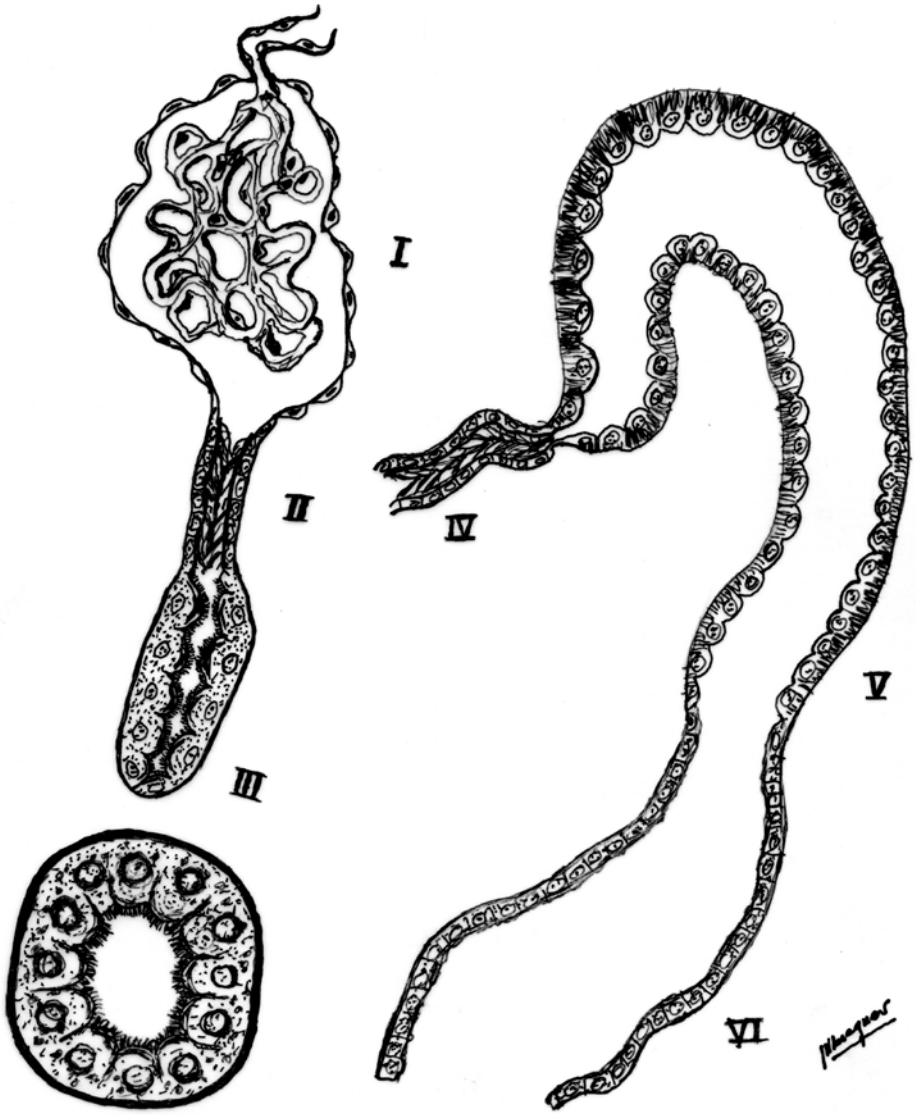


Lámina 2

Esquema de la ultraestructura de un podocito de la hoja visceral de la cápsula de Bowman y del endotelio capilar glomerular.

CELULA DEL EPITELIO VISCERAL Y CAPILAR 238

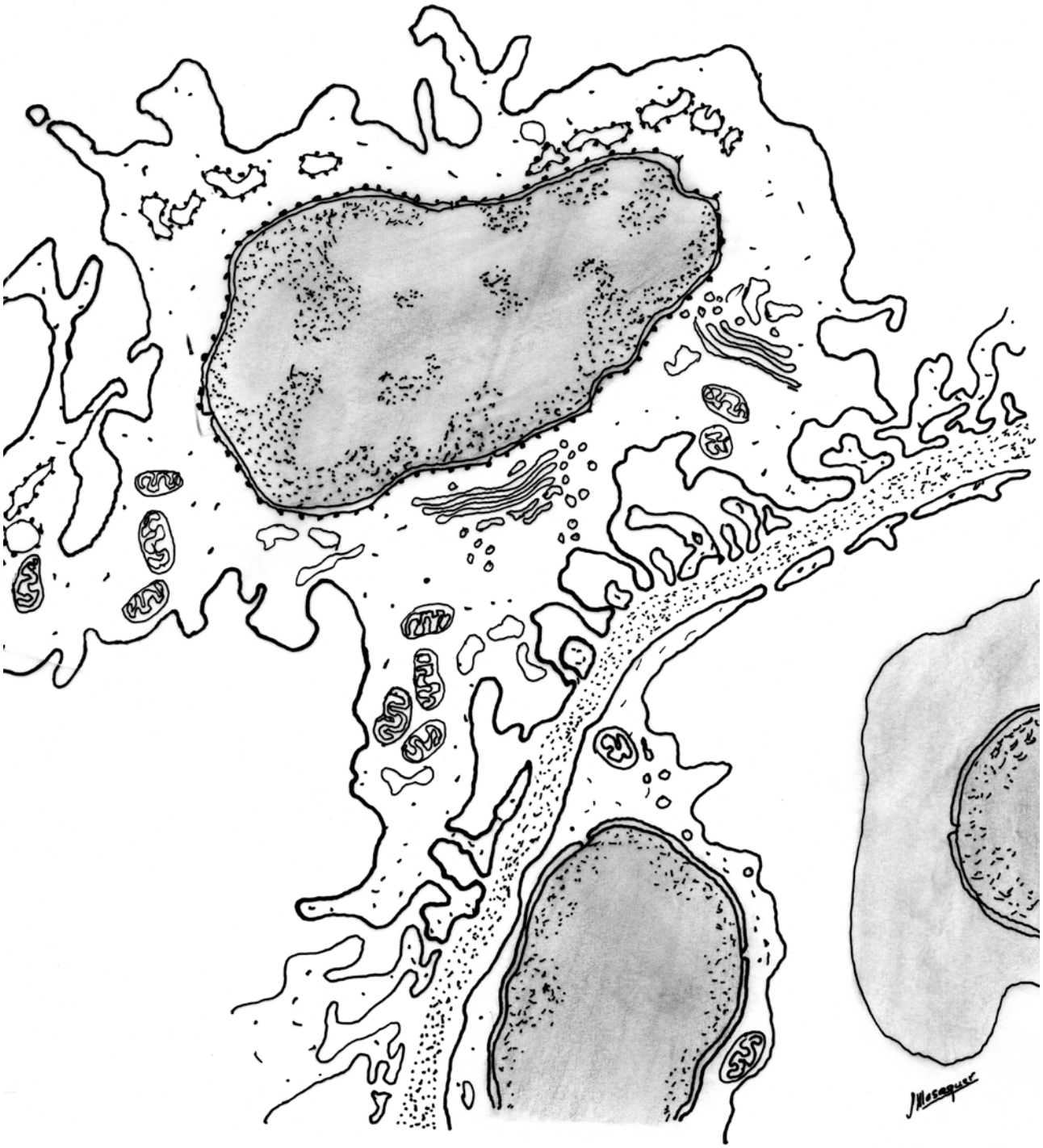


Lámina 3

Esquema de la ultraestructura de una célula del epitelio del cuello ciliado de la nefrona.

CELULA DEL CUELLO GLOMERULAR

239

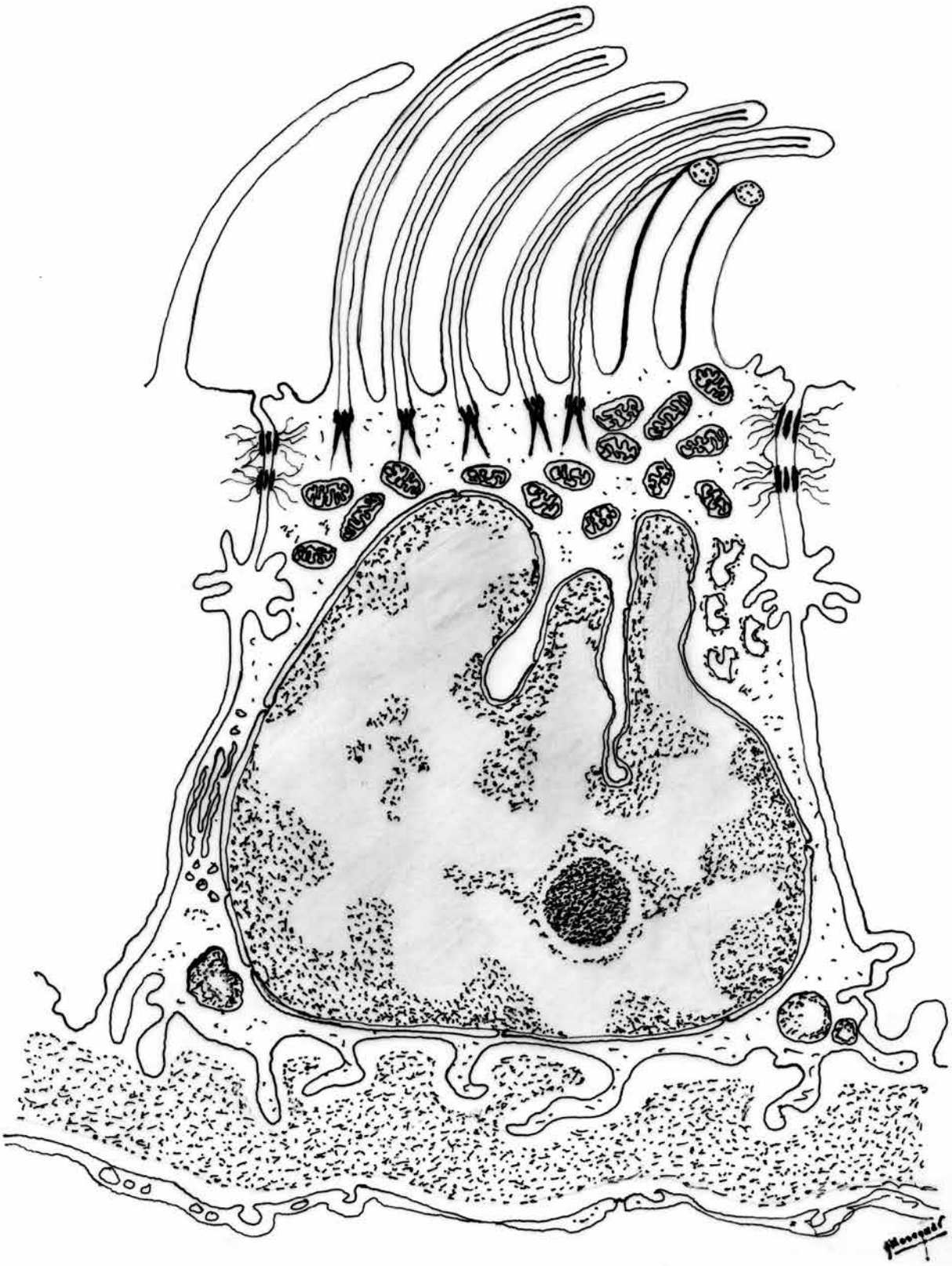


Lámina 4

Esquema de la ultraestructura de una célula del epitelio del túbulo contorneado proximal de la nefrona de rana común.

CELULA EPITELIAL T. CONTORNEADO PROXIMAL 240

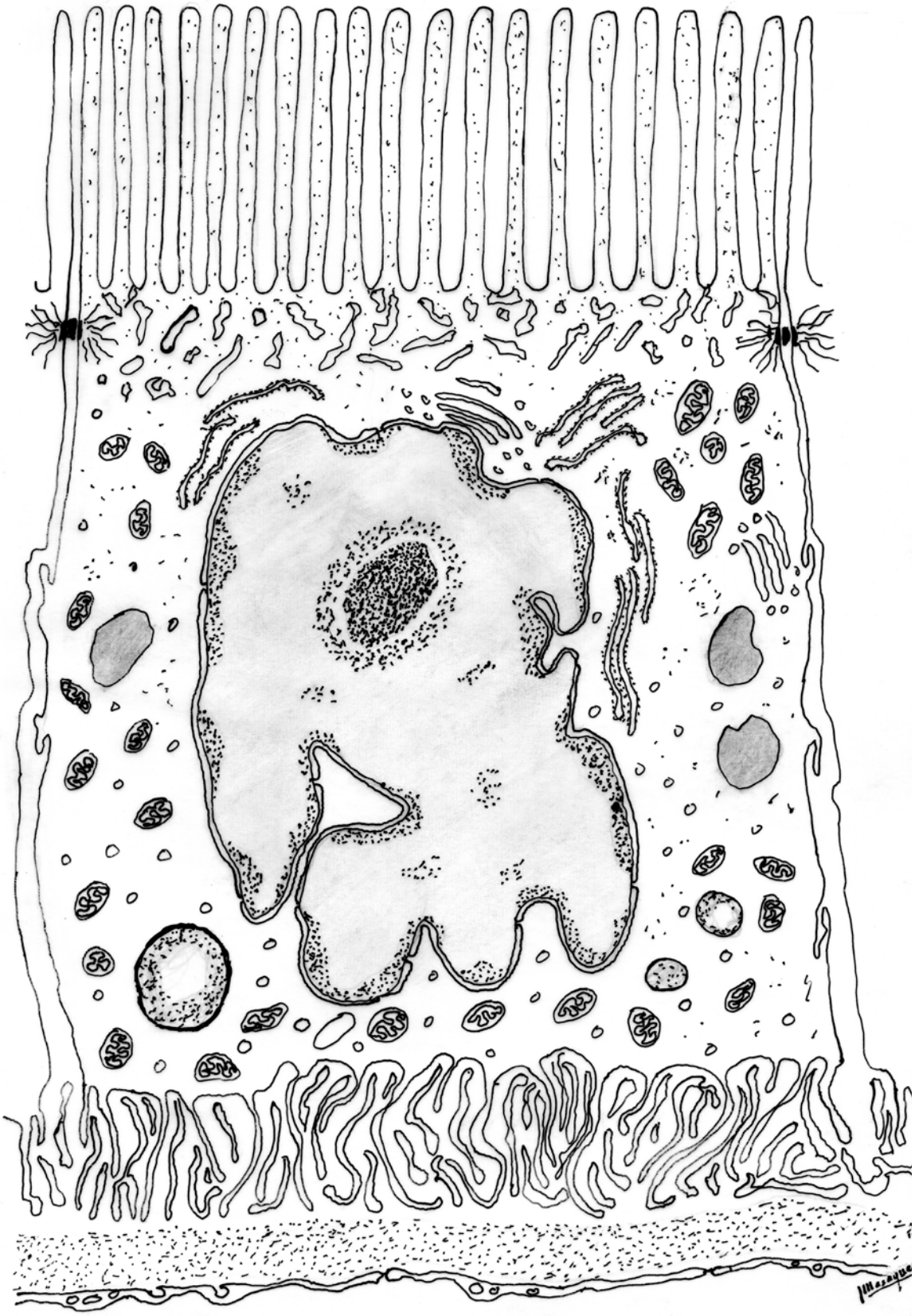


Lámina 5

Esquema de la ultraestructura de una célula del epitelio del túbulo contorneado distal de la nefrona de rana común.

CELULA EPITELIAL T. CONTORNEADO DISTAL

241

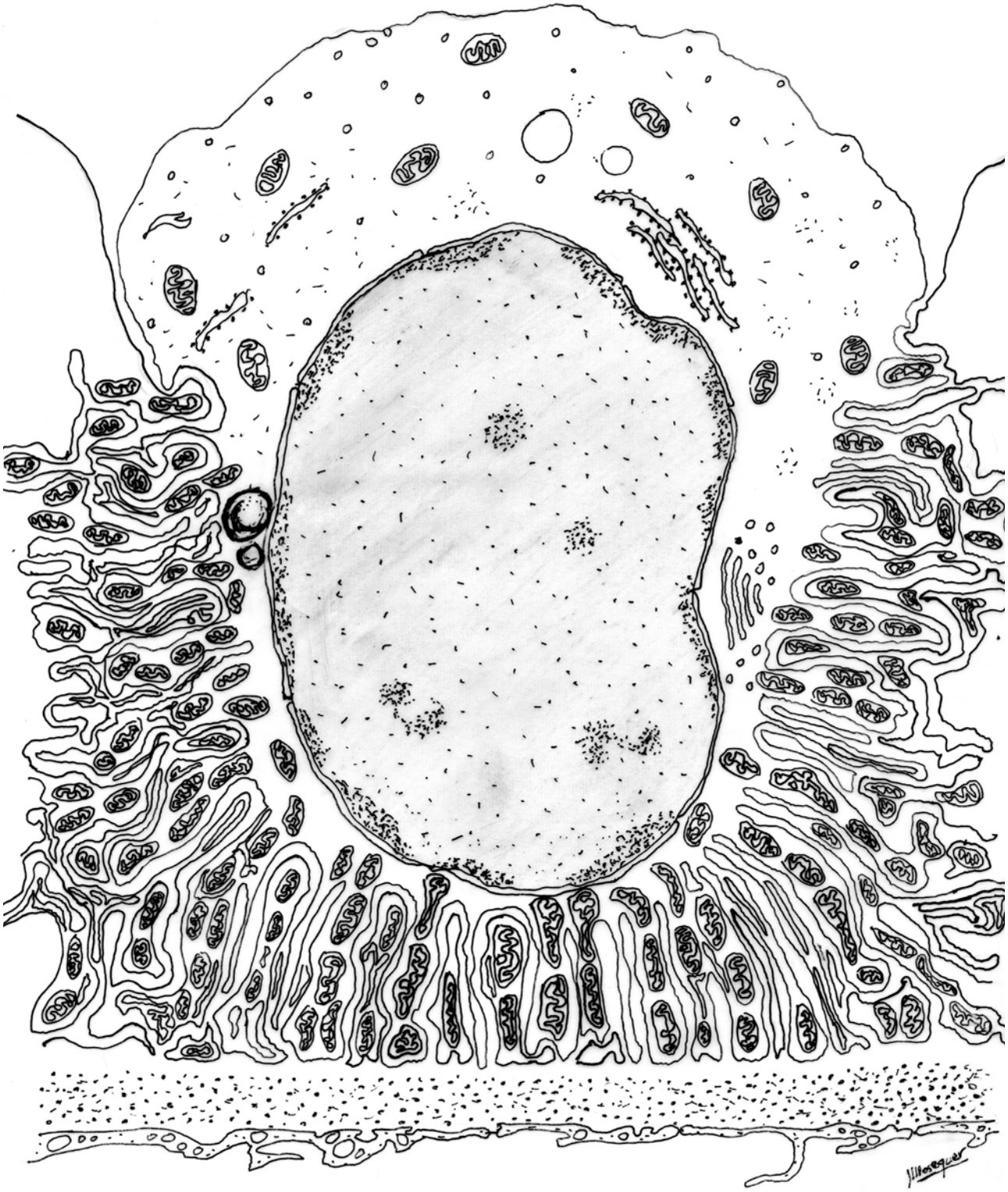


Lámina 6

Esquema de la ultraestructura de una célula tipo A del epitelio del tubo colector de la nefrona de rana común.

CELULA TIPO A T. COLECTOR

242

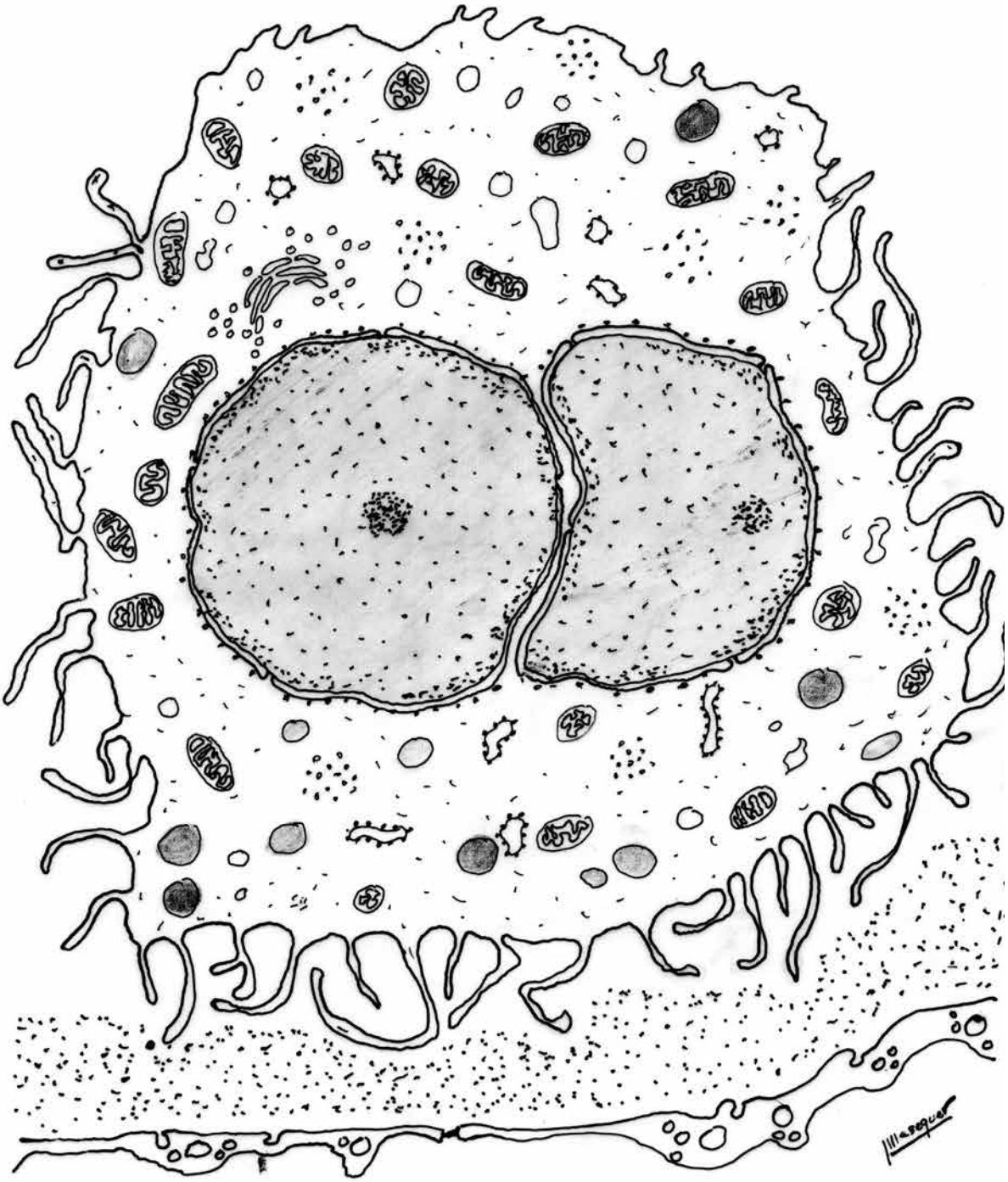


Lámina 7

Esquema de la ultraestructura de una célula tipo B del epitelio del tubo colector de la nefrona de rana común.

CELULA TIPO B T. COLECTOR

243

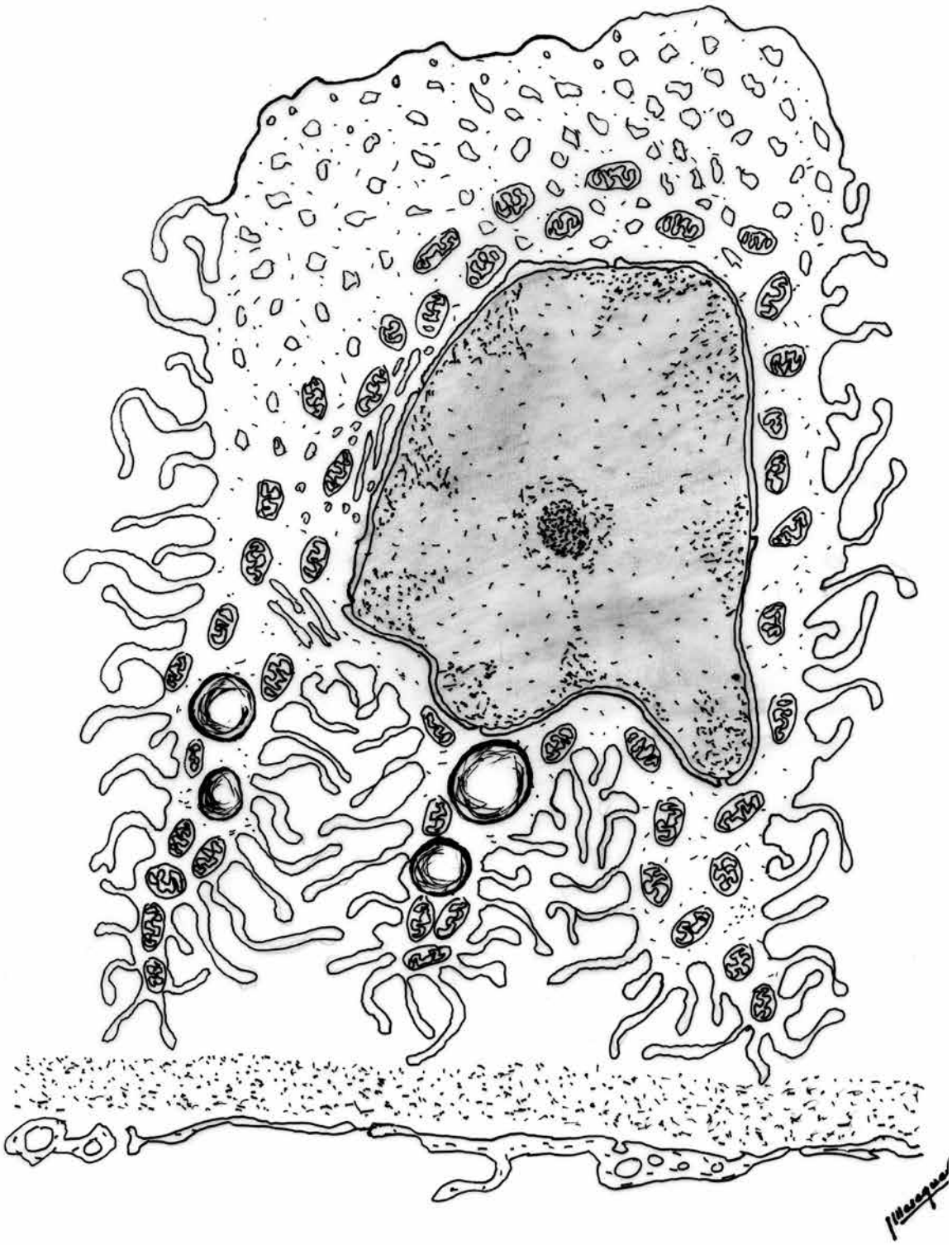


Lámina 8

Esquema de la ultraestructura de la arteriola aferente al glomérulo de la nefrona de rana común, mostrando un endotelio alto y una célula muscular lisa bajo la membrana basal.

CELULA ENDOTELIAL DE LA ARTERIOLA AFERENTE Y CELULA MUSCULAR LISA

244

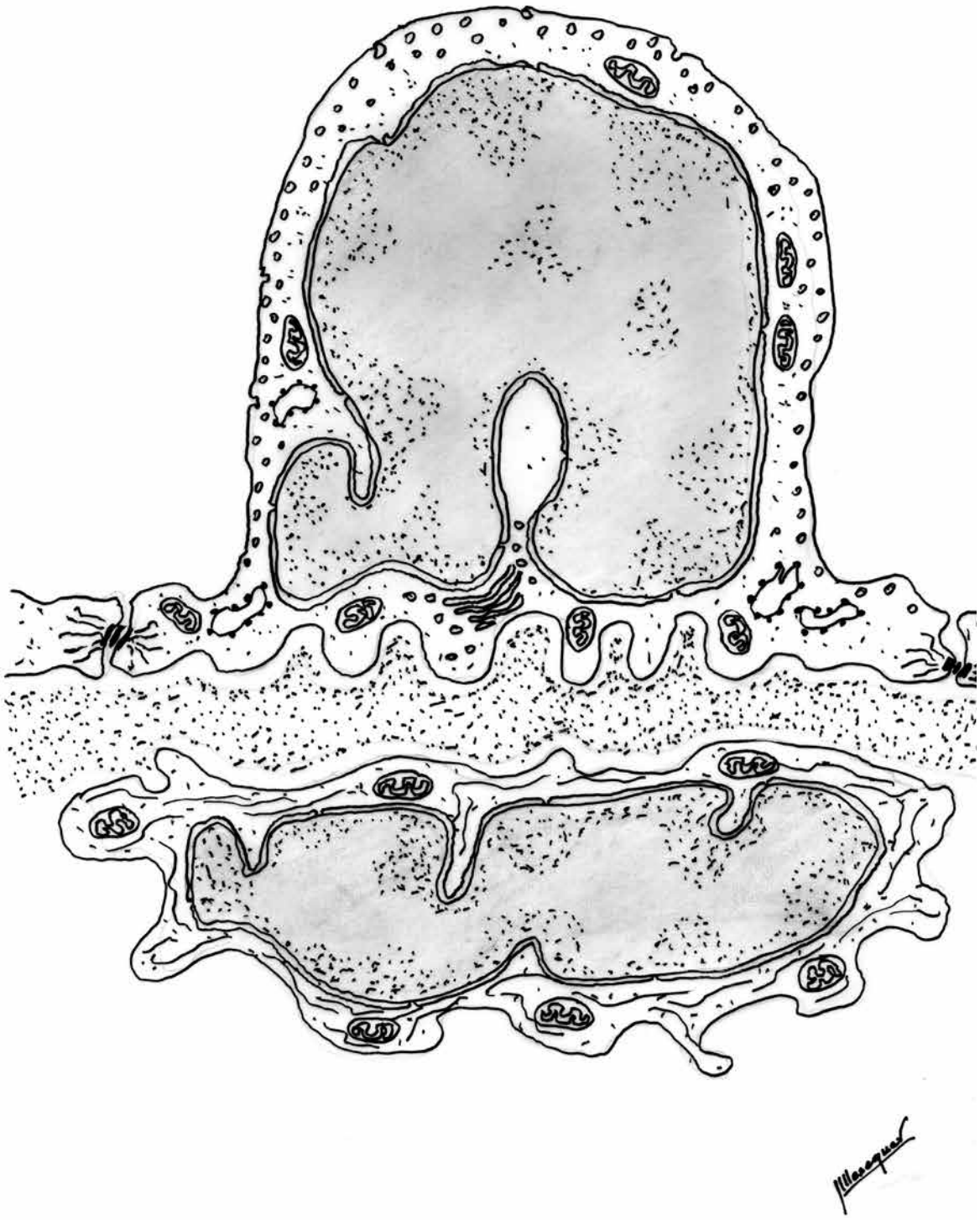


Lámina 9

Esquema de la ultraestructura de una célula endocrina justaglomerular de la nefrona de rana común, mostrando gránulos de secreción de contenido denso.

CELULA YUXTAGLOMERULAR

245

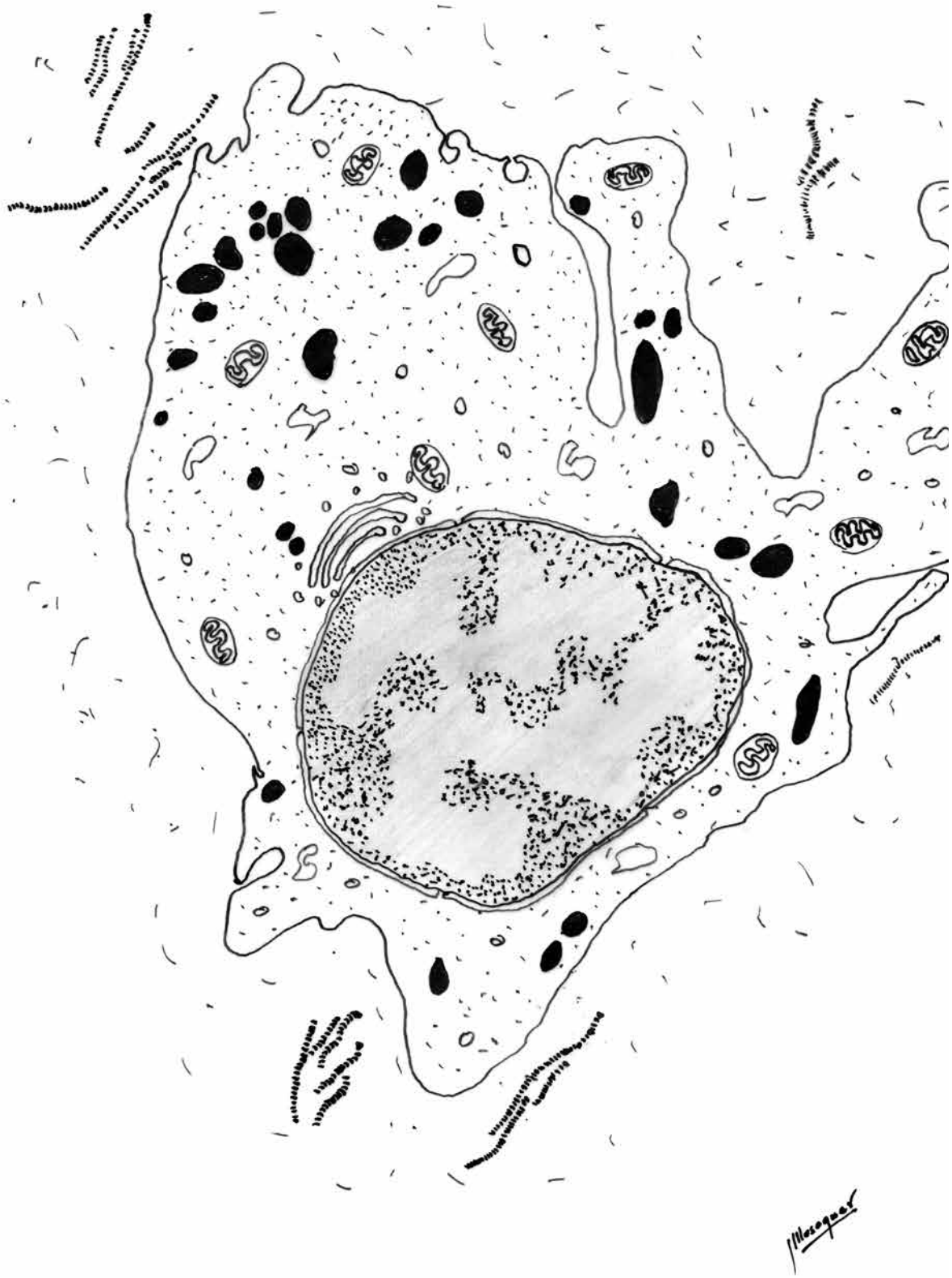
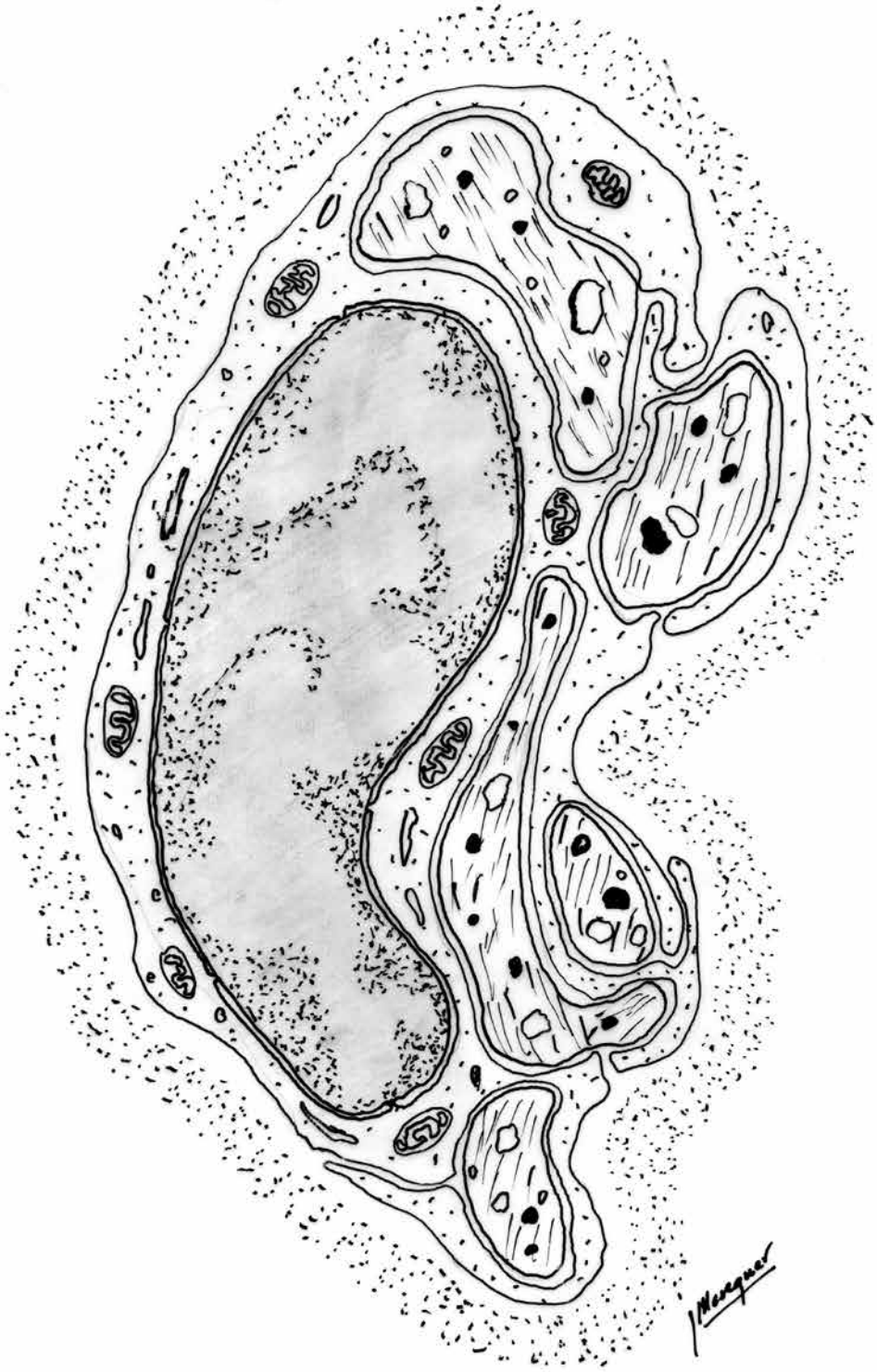


Lámina 10

Esquema de la ultraestructura de una fibra nerviosa amielínica presente en el riñón de rana común, mostrando una célula de Schwann que rodea varios axones.

FIBRA NERVIOSA AMEDULADA
CELULA DE SCHWANN

246



[B]
Sobre papel

En este apartado se presentan tres tipos de ilustraciones. Unas corresponden a esquemas muy sencillos que forman parte de los apuntes personales realizados durante la preparación de las clases de teoría, para servir como base y referencia a los dibujos que fueron desarrollados en el aula, sobre la pizarra (años 1973-2015). Están principalmente relacionados con los contenidos científico-docentes de las materias “Citología e Histología” y “Organografía Microscópica”

Otras corresponden a dibujos o esquemas relacionados con la docencia de prácticas microscópicas de estas mismas materias o de Biología del desarrollo. Fueron realizados mediante observación al microscopio de luz, o mediante el estudio de fotografías obtenidas con el microscopio óptico.

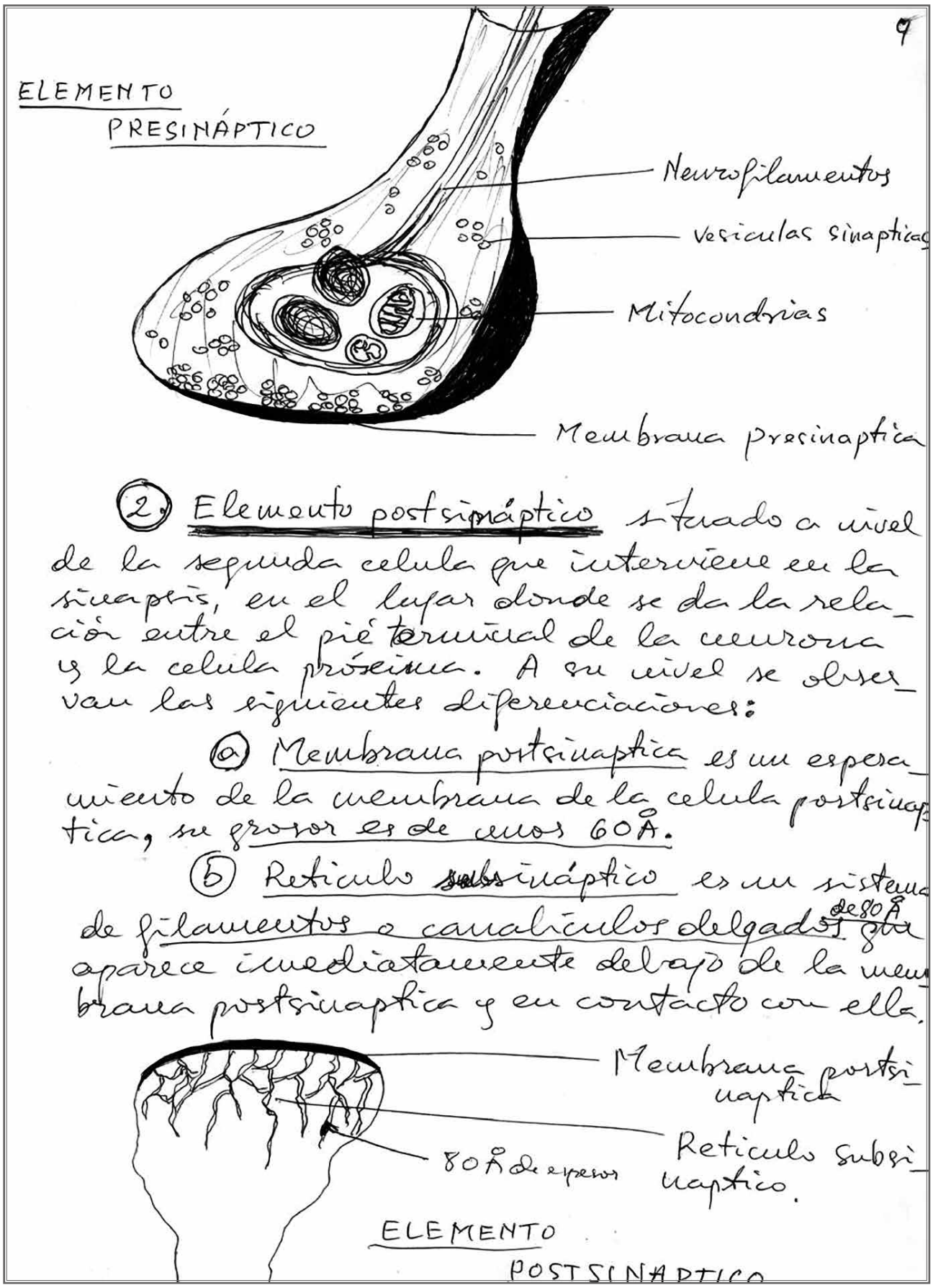
Finalmente, se incluyen algunos esquemas que fueron confeccionados tomando como referencia las ilustraciones contenidas en atlas y textos de la especialidad.

Todos ellos fueron llevados a cabo sobre papel o cartulina tamaño folio, con lápiz de grafito y/o lápices de colores, tinta china y plumilla o Pilot.

Algunos de los dibujos de este apartado proceden de las libretas de prácticas realizadas por el alumnado, que los cedió generosamente.

Lámina 11

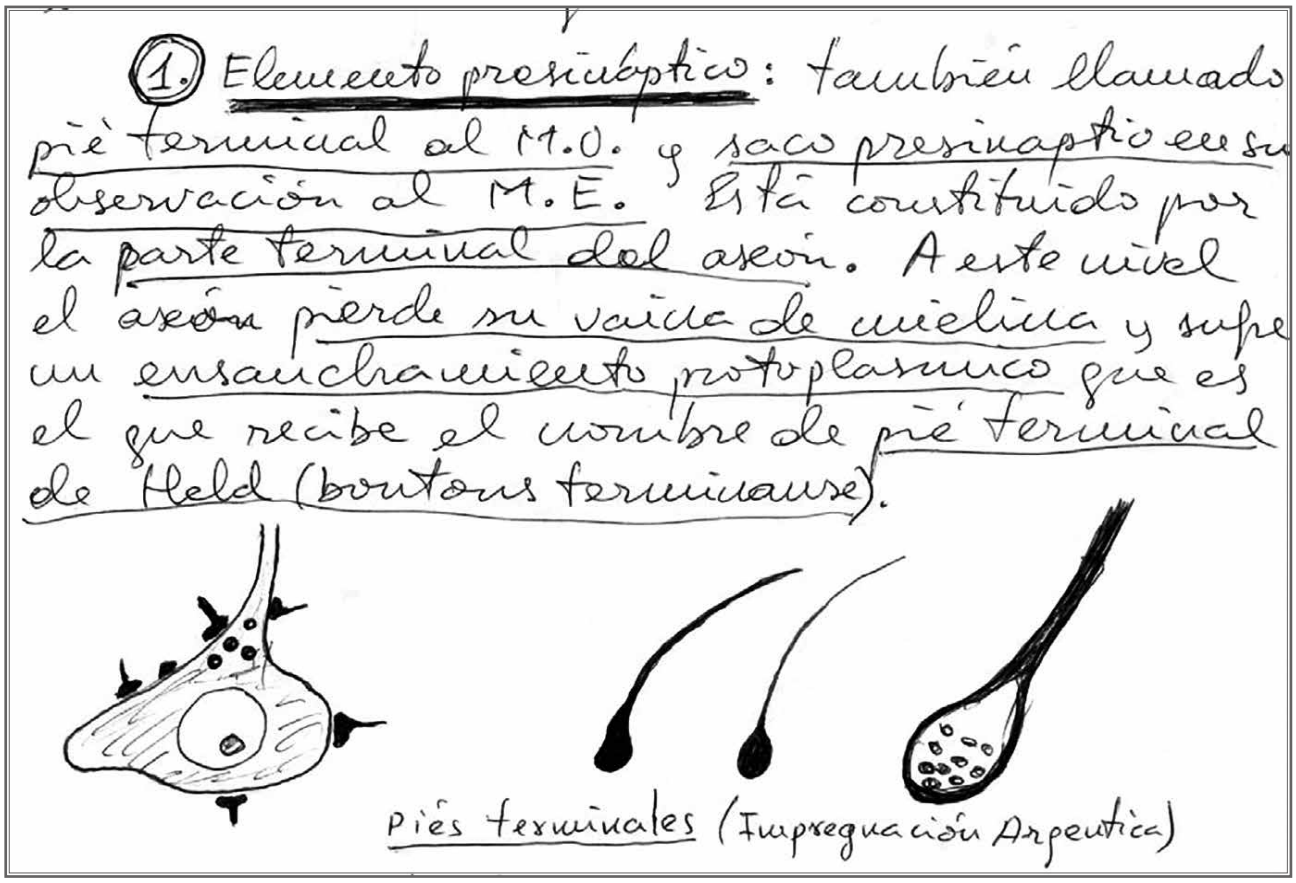
Apuntes de una clase de teoría sobre la estructura del sistema nervioso de vertebrados.



▲ **Detalle de apuntes de una clase de teoría sobre la sinapsis química, mostrando unos esquemas muy sencillos.**
Dibujados con Pilot.

Lámina 12

Apuntes de una clase de teoría sobre la estructura de la sinapsis química.



▲ **Detalle de apuntes de una clase de teoría con esquemas muy sencillos sobre los ensanchamientos del axón del elemento presináptico.**
Dibujados con Pilot.

▼ **Esquemas de sinapsis en espina y sinapsis en banda.**
Dibujados con Pilot.

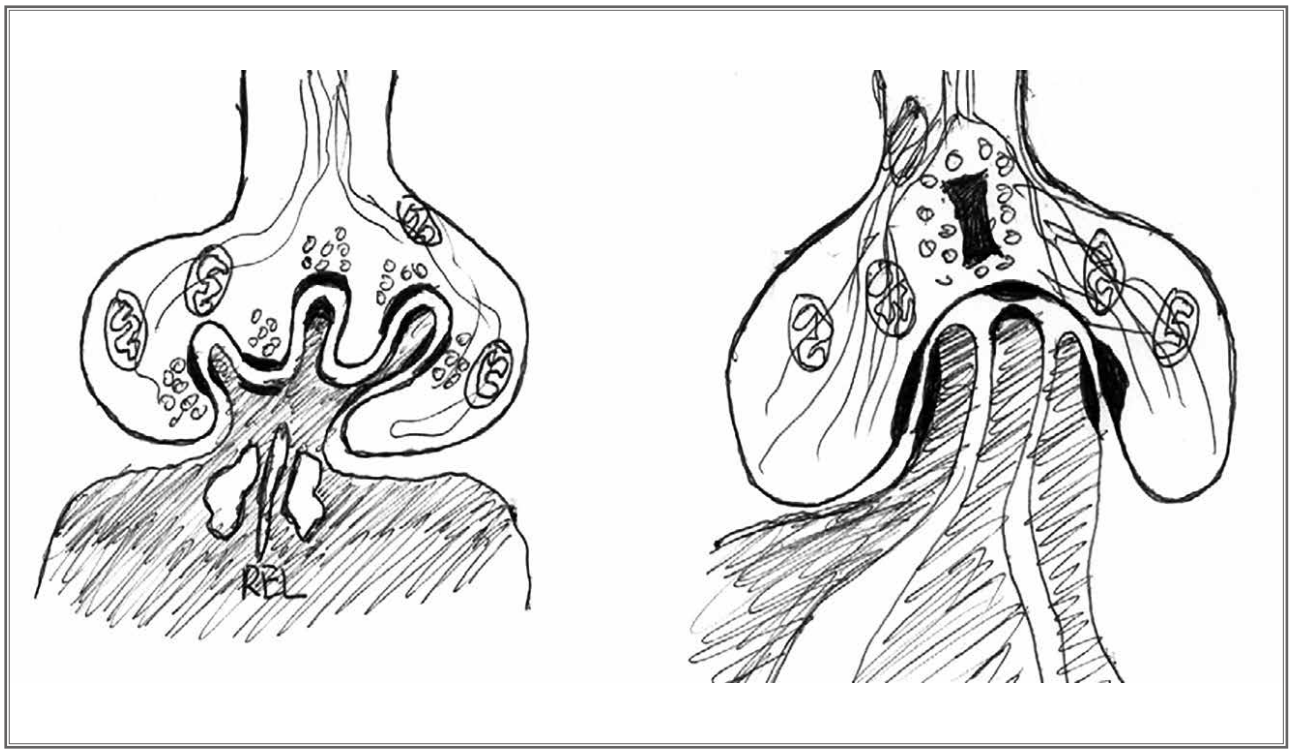
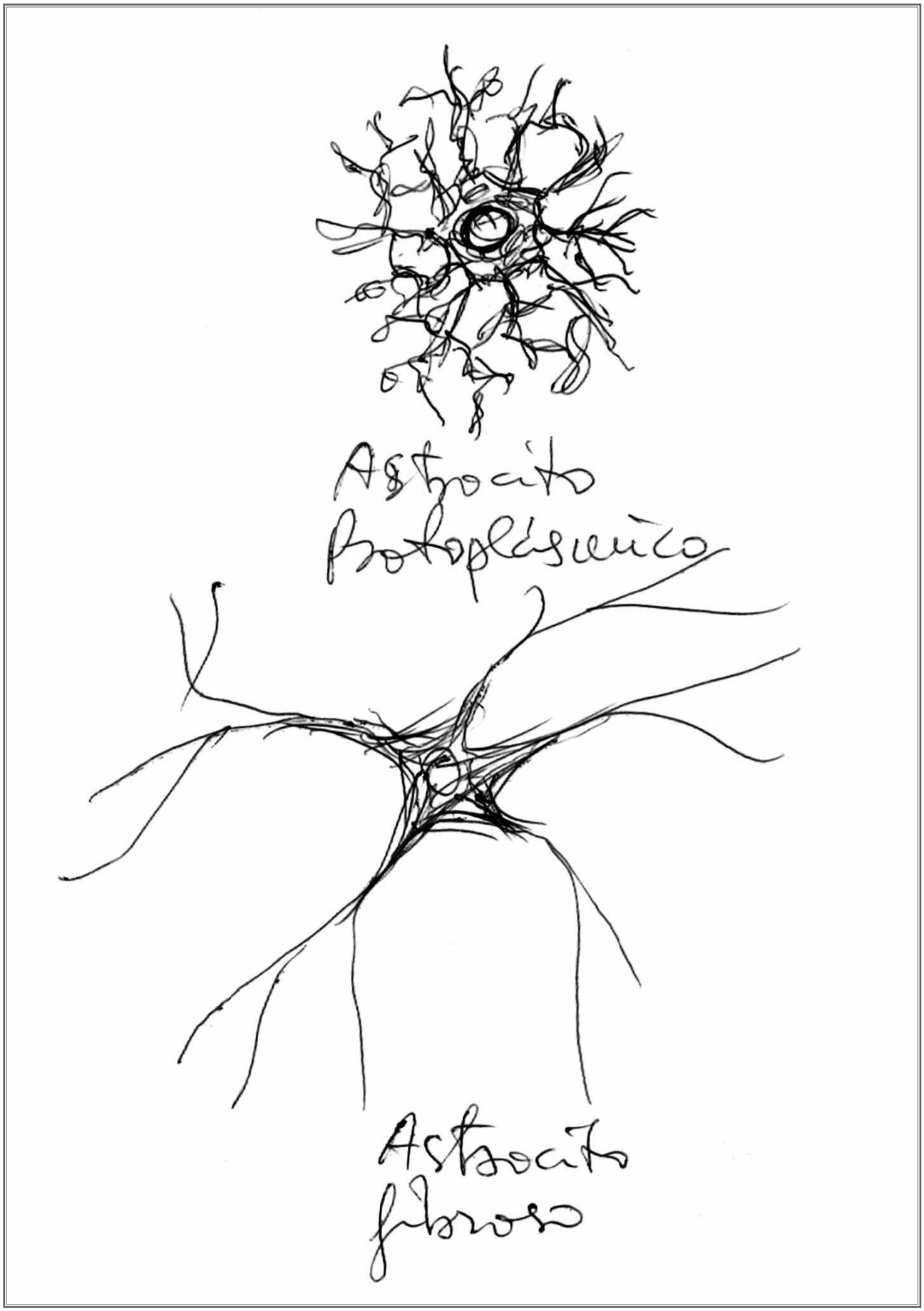


Lámina **13**

Esquemas de los apuntes de una clase de teoría sobre los componentes celulares de la Glía.



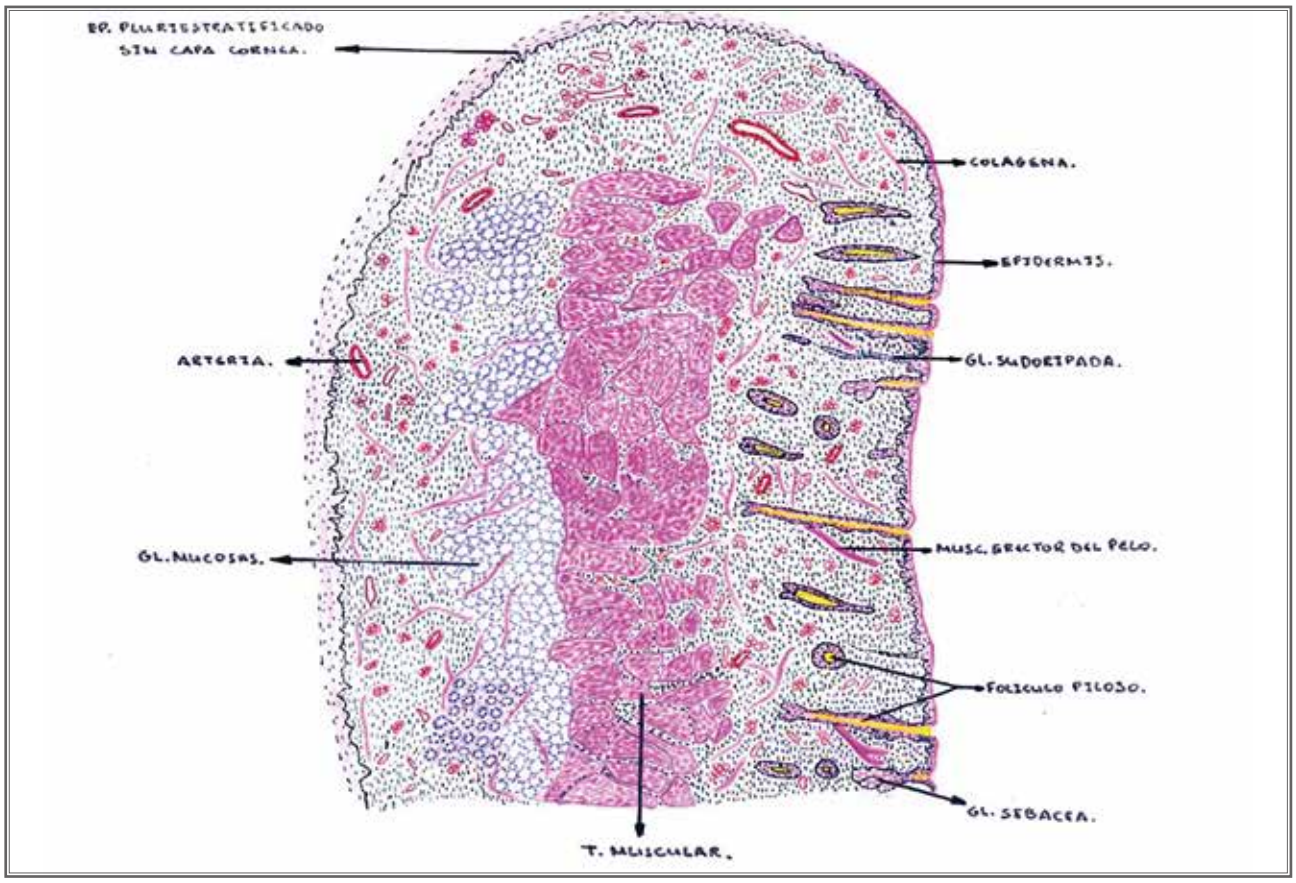
▲ **Esquemas sencillos para una clase de teoría sobre los tipos celulares de la astroglía.**
Dibujado a Pilot.

Lámina **14**

Dibujos de la estructura de los epitelios de revestimiento.

Epitelio plano estratificado queratinizado y epitelio mucoso de labio humano.

Epitelio mucoso de la superficie anterior de la lengua de rata.



▲ **Dibujo de una sección microscópica de labio humano. Tinción con hematoxilina y eosina. X100.**
Lápices de colores.

▼ **Dibujo de una sección de lengua de rata. Tinción con hematoxilina-eosina. X100.**
Lápices de colores.

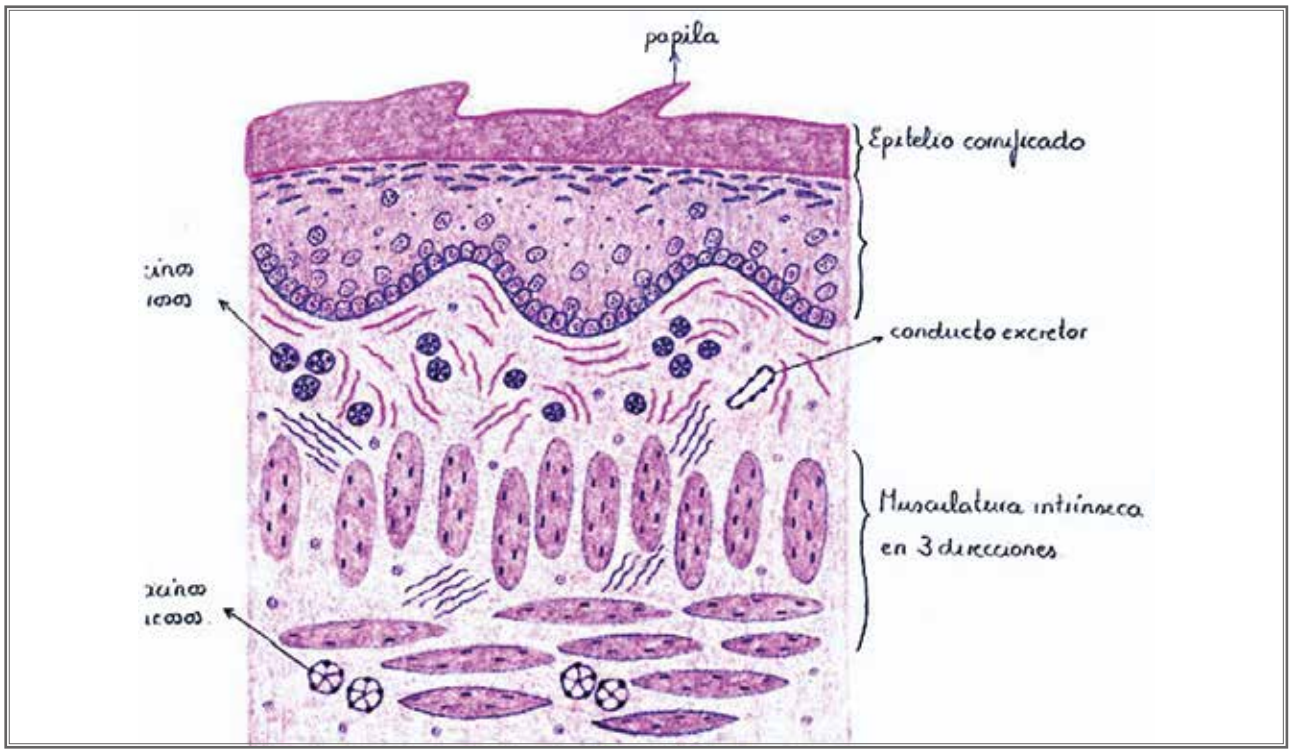
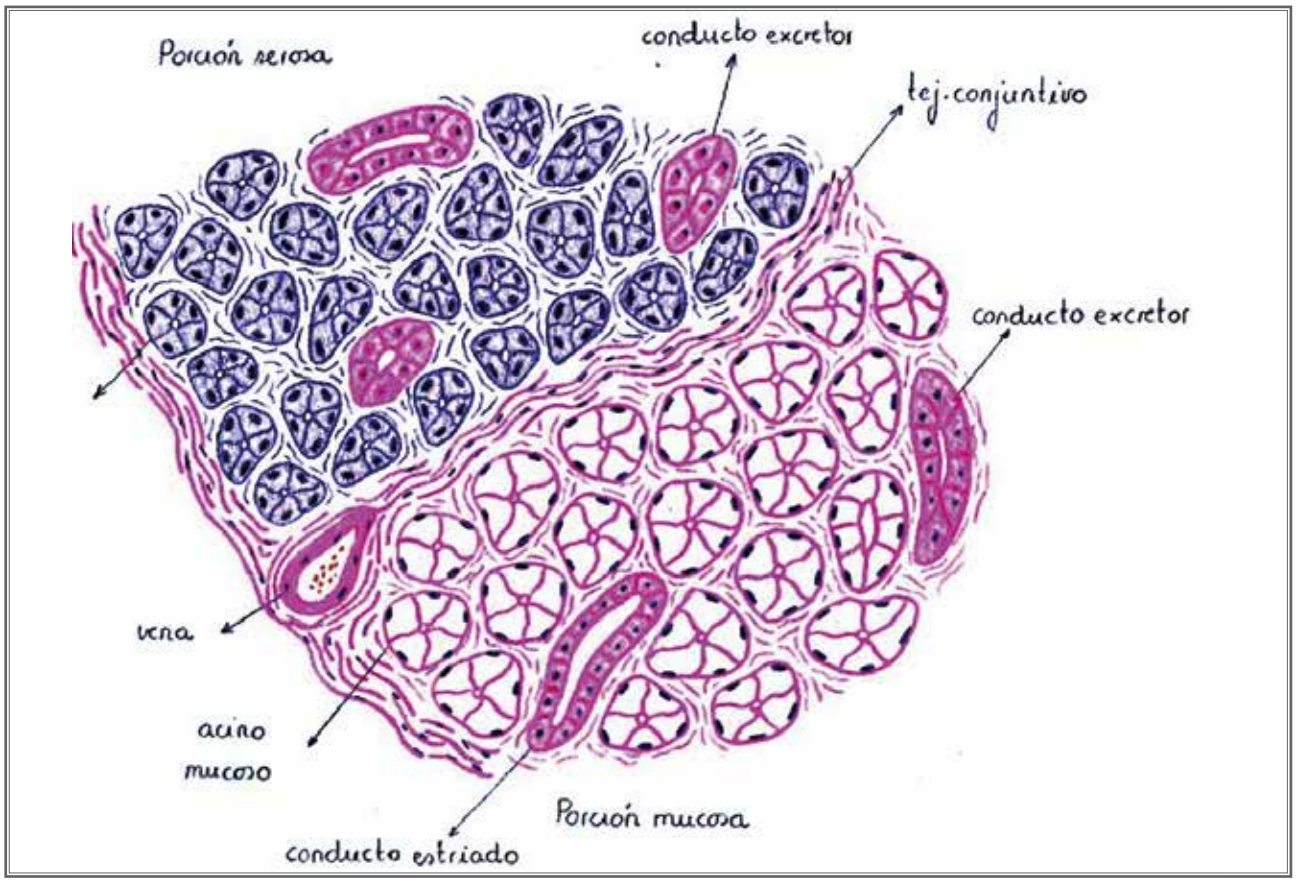


Lámina 15

Dibujos de dos epitelios glandulares de mamíferos.

Glándula salival y glándula mamaria.



▲ **Dibujo de una sección de glándula salival de rata.**
Tinción con hematoxilina-eosina.
X100.
Lápices de colores.

▼ **Dibujo de la sección de una glándula mamaria humana.**
Tinción con tricrómico de Mallori.
X100.
Lápices de colores.

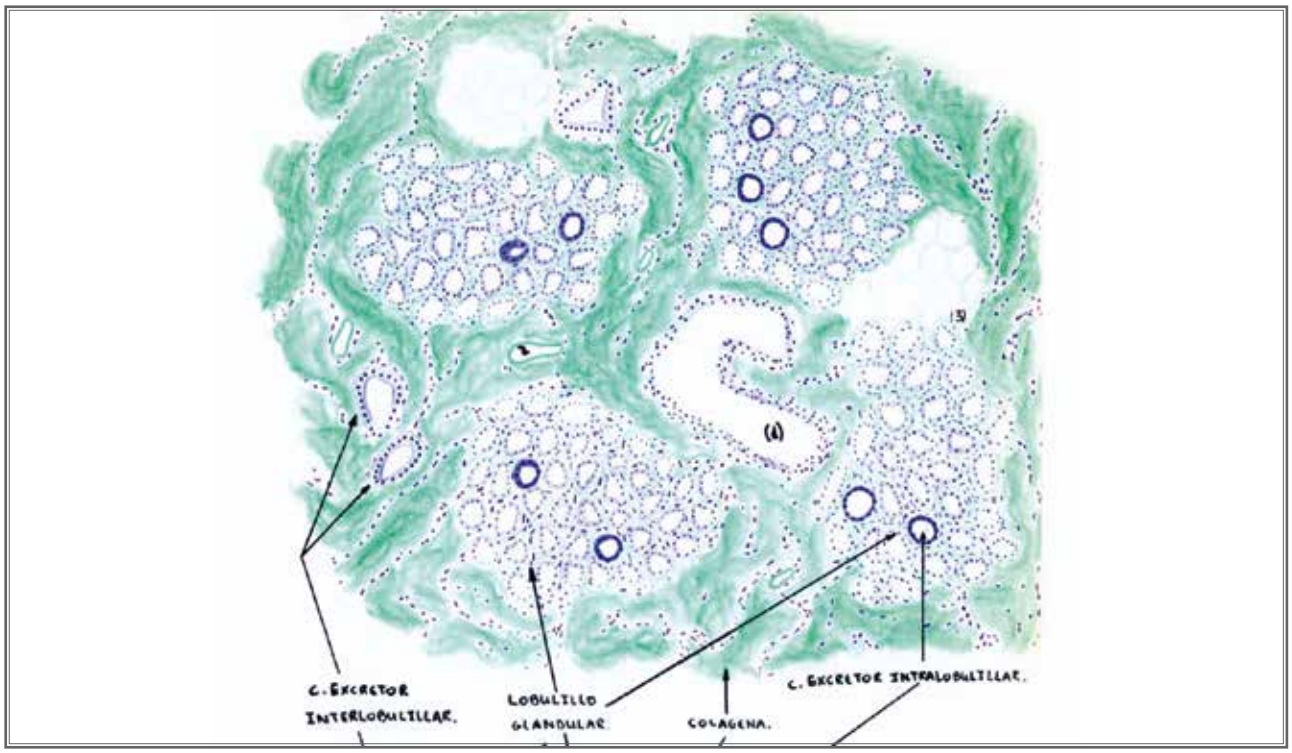
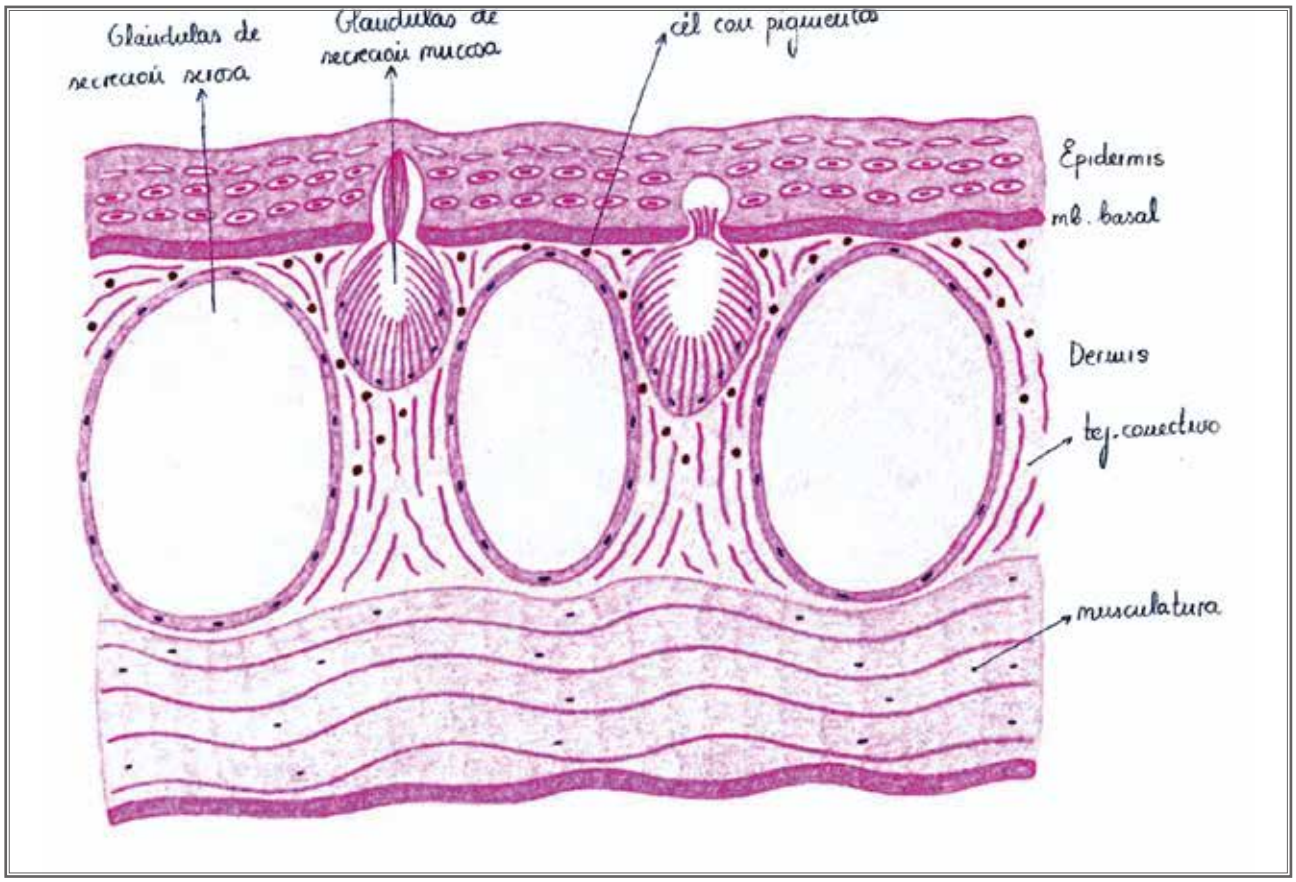


Lámina 16

Dibujos de los epitelios de revestimiento y glandulares de la piel de anfibios.



▲ **Dibujo de la piel de un anfibio con sus dos tipos de glándulas dérmicas.**
Tinción con hematoxilina y eosina.
X100.
Lápices de colores.

▼ **Dibujo de la piel de un anfibio mostrando una de sus glándulas dérmicas.**
Tinción con hematoxilina y eosina.
X100.
Lápices de colores.

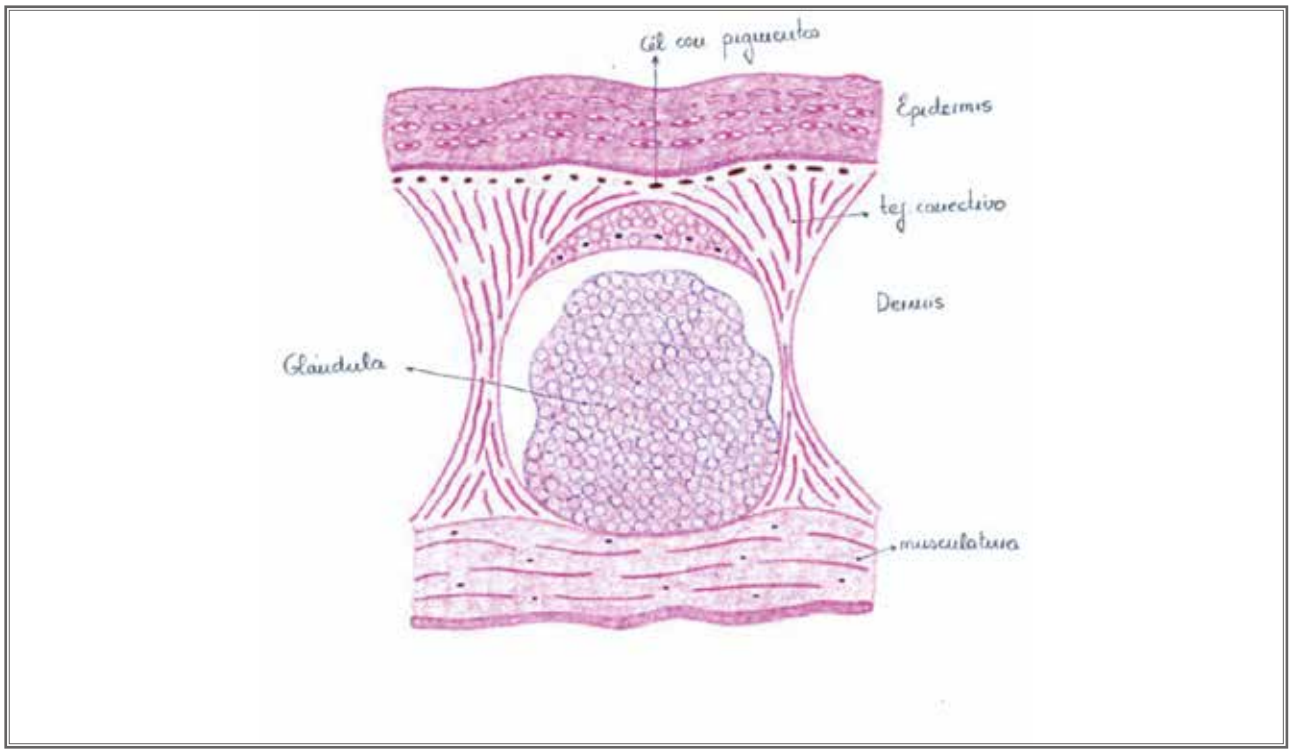
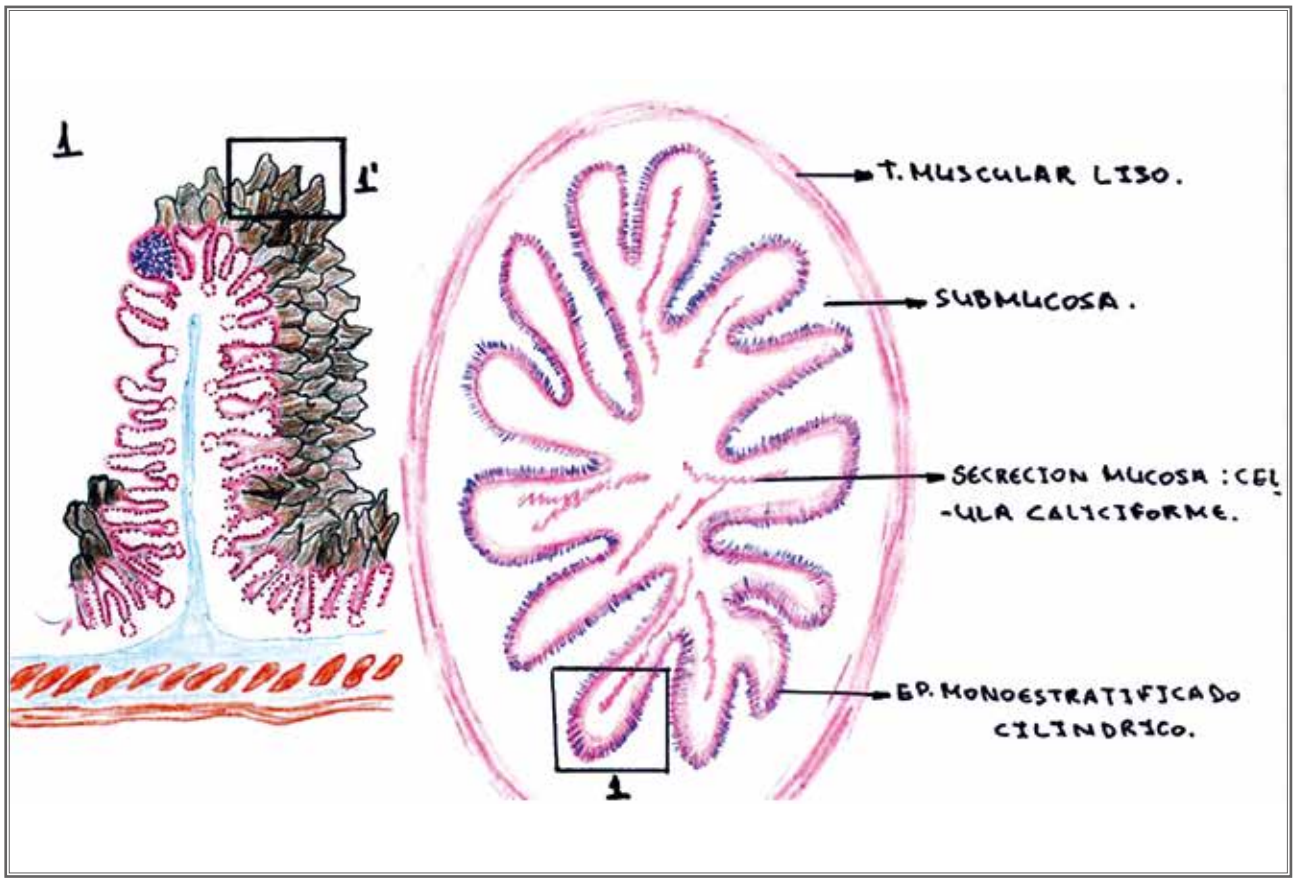


Lámina 17

Dibujos del tracto digestivo humano.

Estructura superficial, estructura interna. Vascularización e inervación de las vellosidades intestinales.



▲ **Esquema de superficie y dibujo de sección del intestino delgado humano.**
Tinción con hematoxilina y eosina X100.
Lápices de colores y grafito.

▼ **Esquemas de vellosidades intestinales humanas.**
Lápices de colores y Pilot.

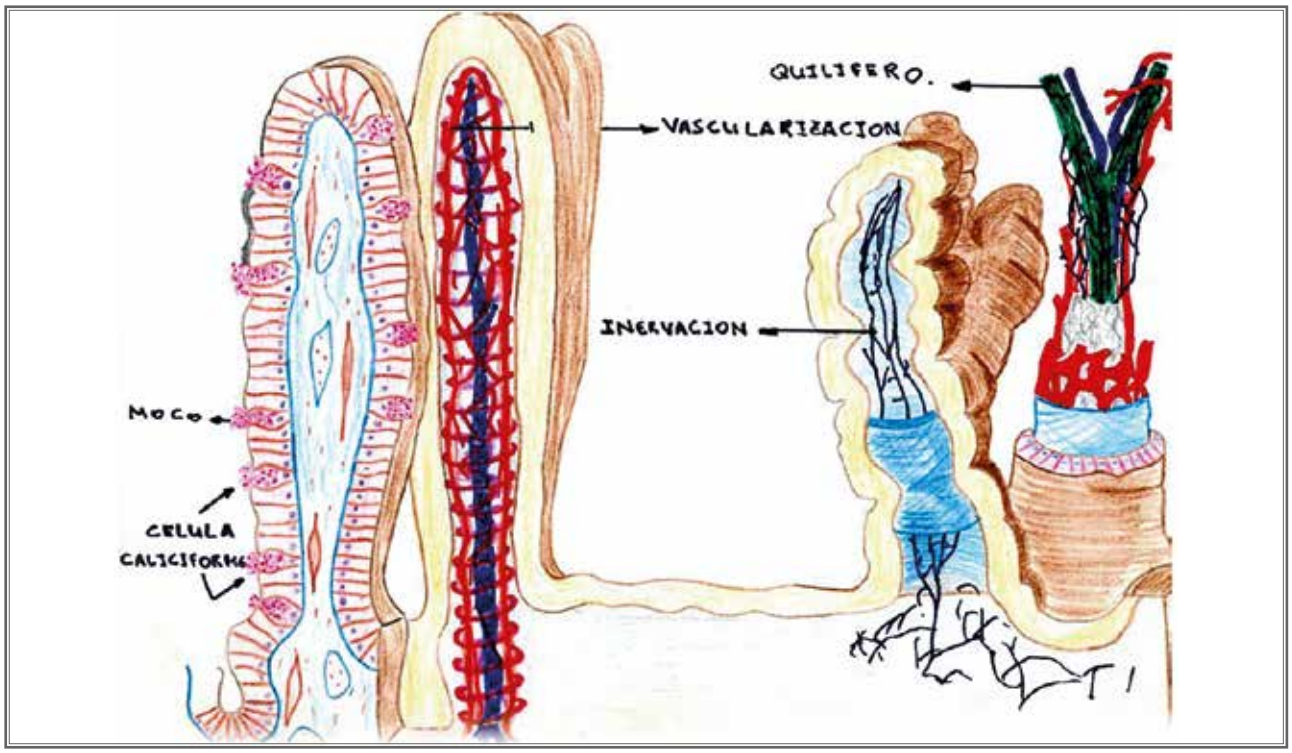
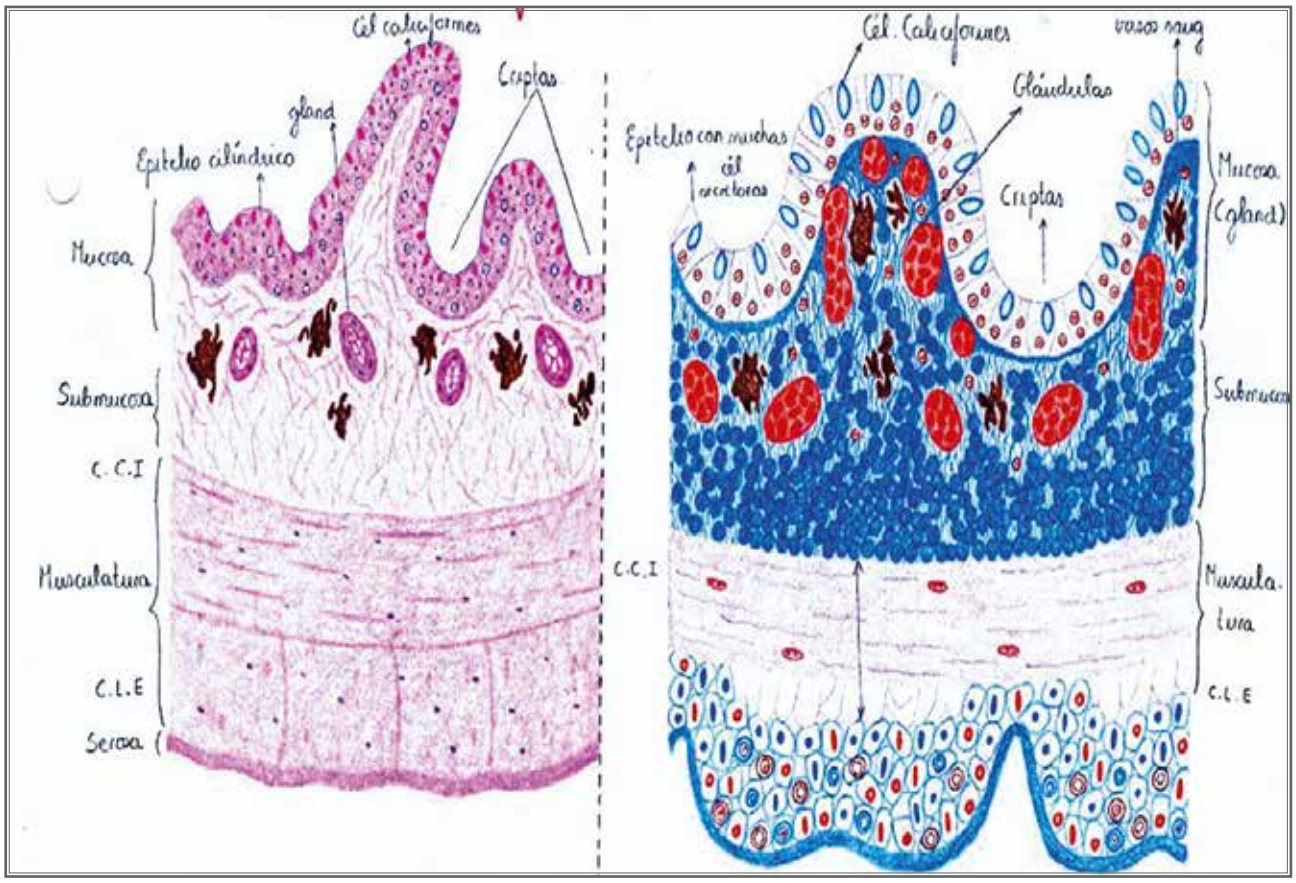


Lámina 18

Dibujos de la estructura del tracto digestivo de anfibios y de la estructura del hígado de cerdo.



▲ **Dibujos de secciones de intestino y recto de anfibio.**
Tinciones de hematoxilina y eosina o tricrómico de Mallori.
X400.
Lápices de colores.

▼ **Dibujos de secciones de lobulillos hepáticos de hígado de cerdo.**
Tinción con tricrómico de Mallori.
X400.
Lápices de colores.

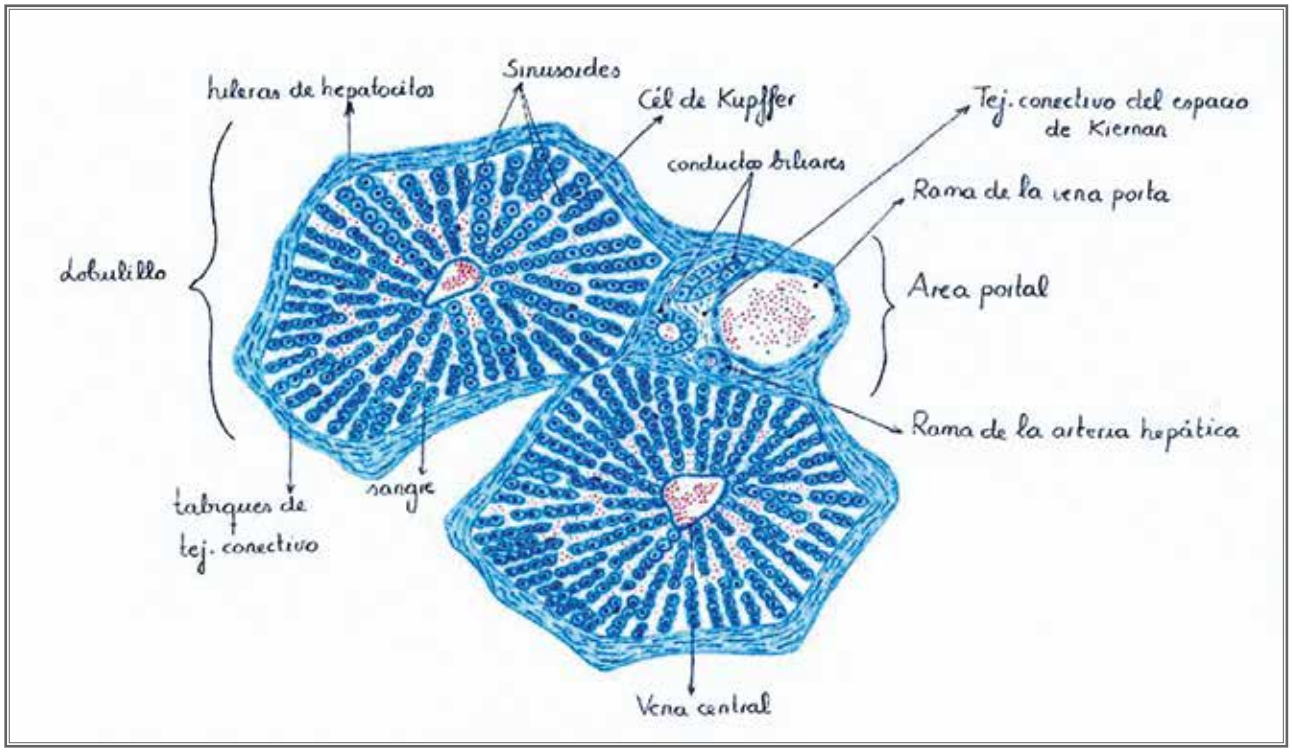
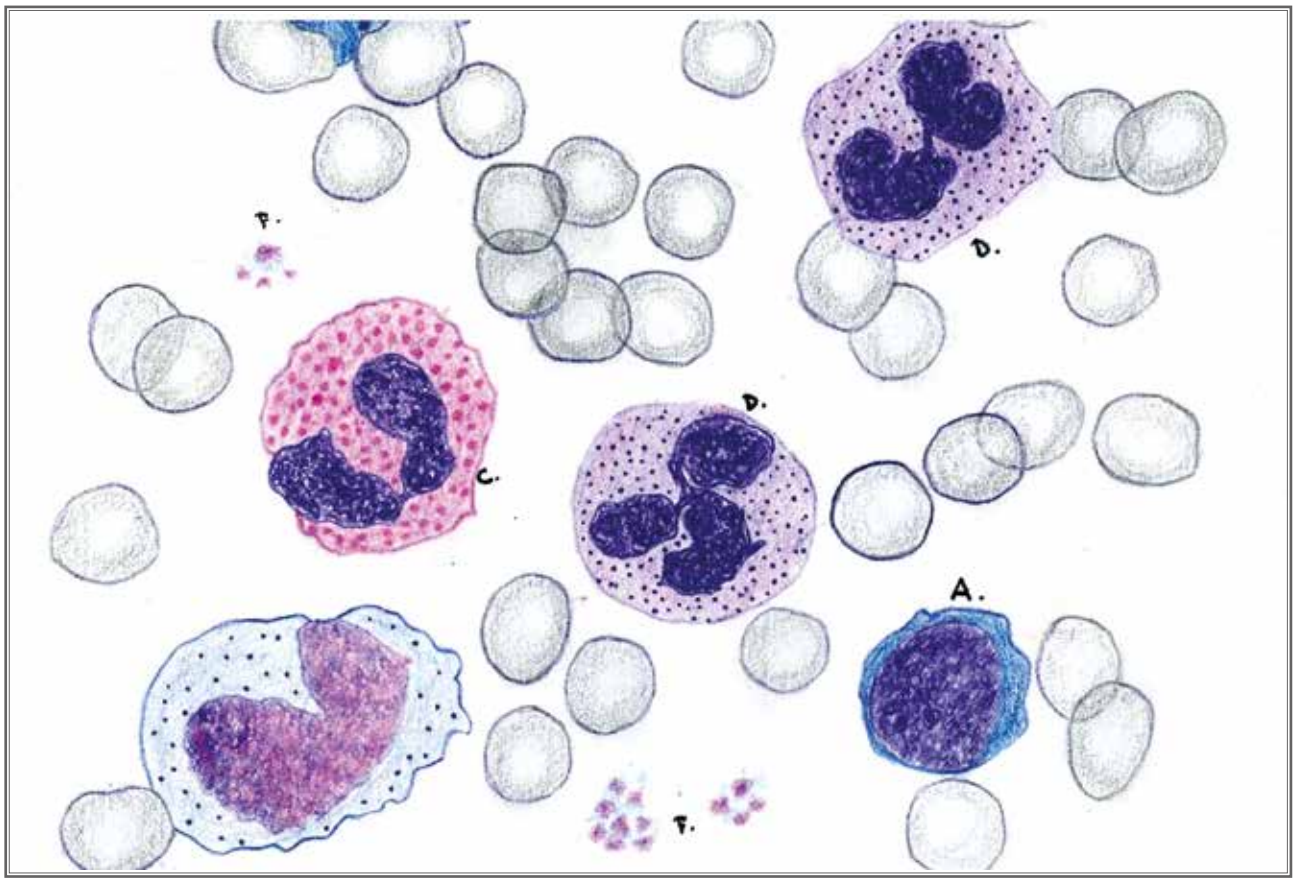


Lámina 19

Dibujos de los componentes celulares de la sangre y de uno de los órganos periféricos del sistema inmunitario humano.



▲ **Dibujo de diferentes elementos formes presentes en una extensión de sangre.**
Tinción de May Grünwald y Giemsa.
X1000.
Lápices de colores y grafito.

▼ **Dibujo de un ganglio linfático humano.**
Tinción argéntica según Gomori.
X100.
Lápiz de grafito.

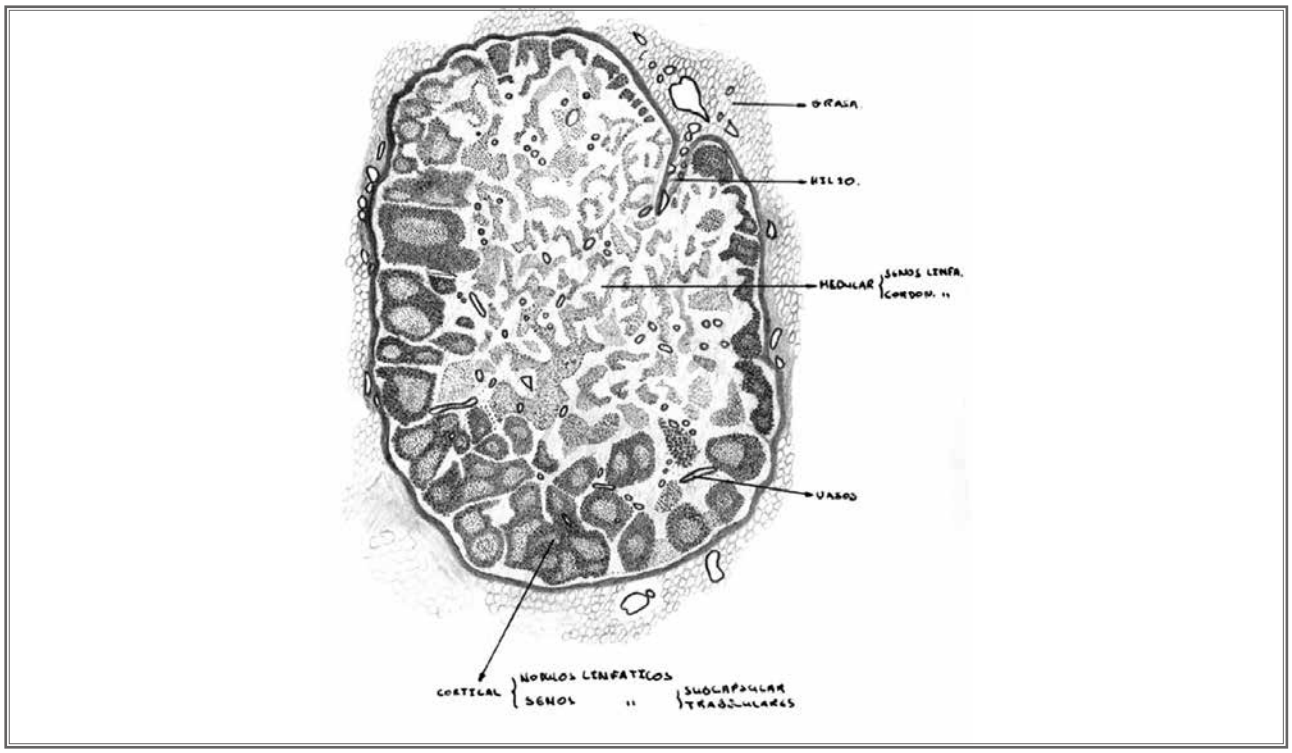
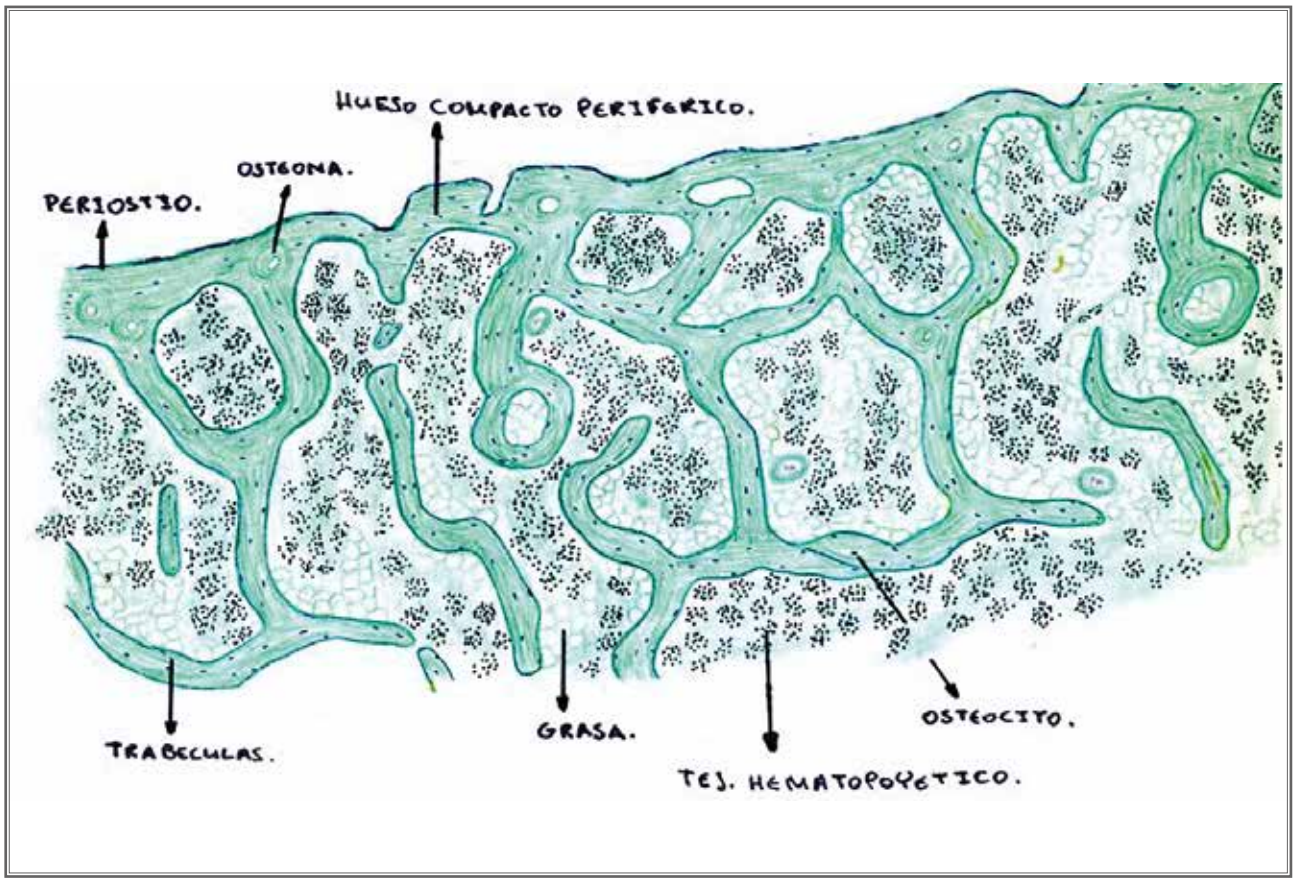


Lámina 20

Dibujos de la estructura microscópica del tejido óseo esponjoso y del compacto.



▲ **Dibujo de una sección de hueso trabecular.**
Tinción con tricrómico de Mallori.
X100.
Lápiz de color y Pilot.

▼ **Esquema de la estructura microscópica de un hueso compacto (diáfisis de un hueso largo).**
Tinta china y plumilla.

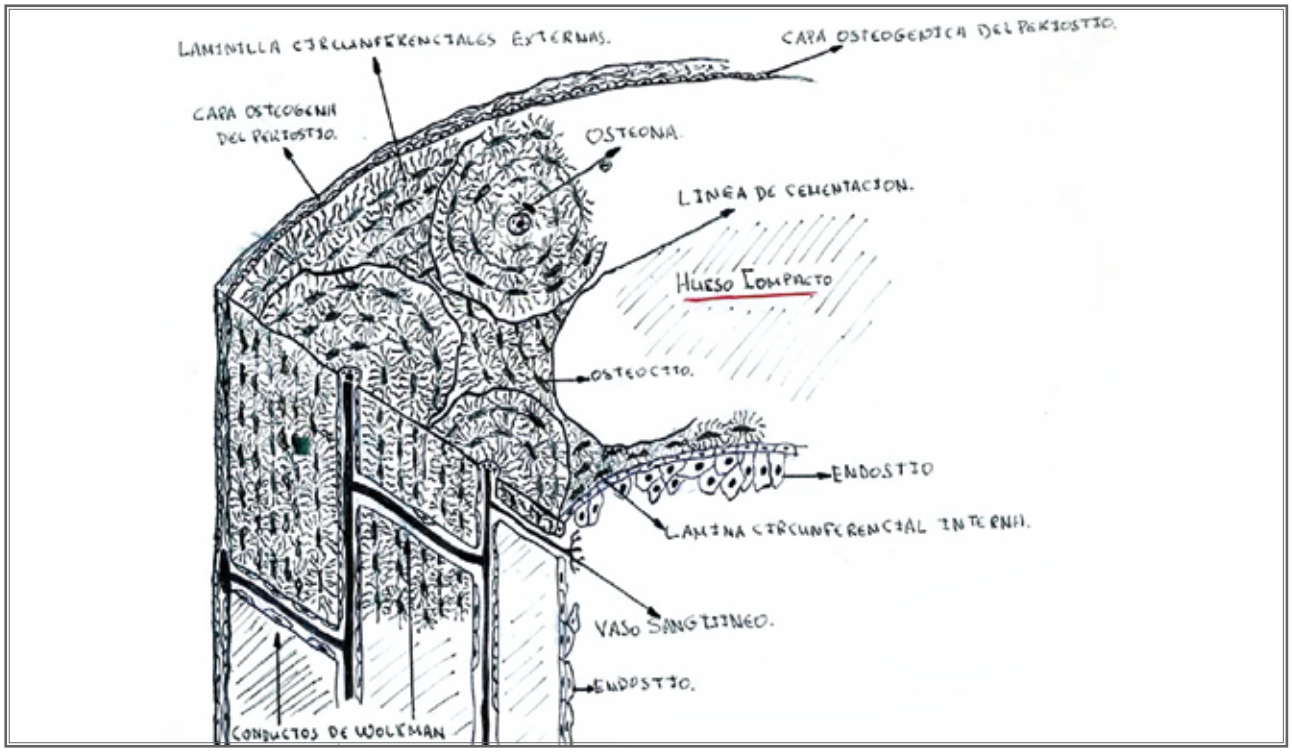
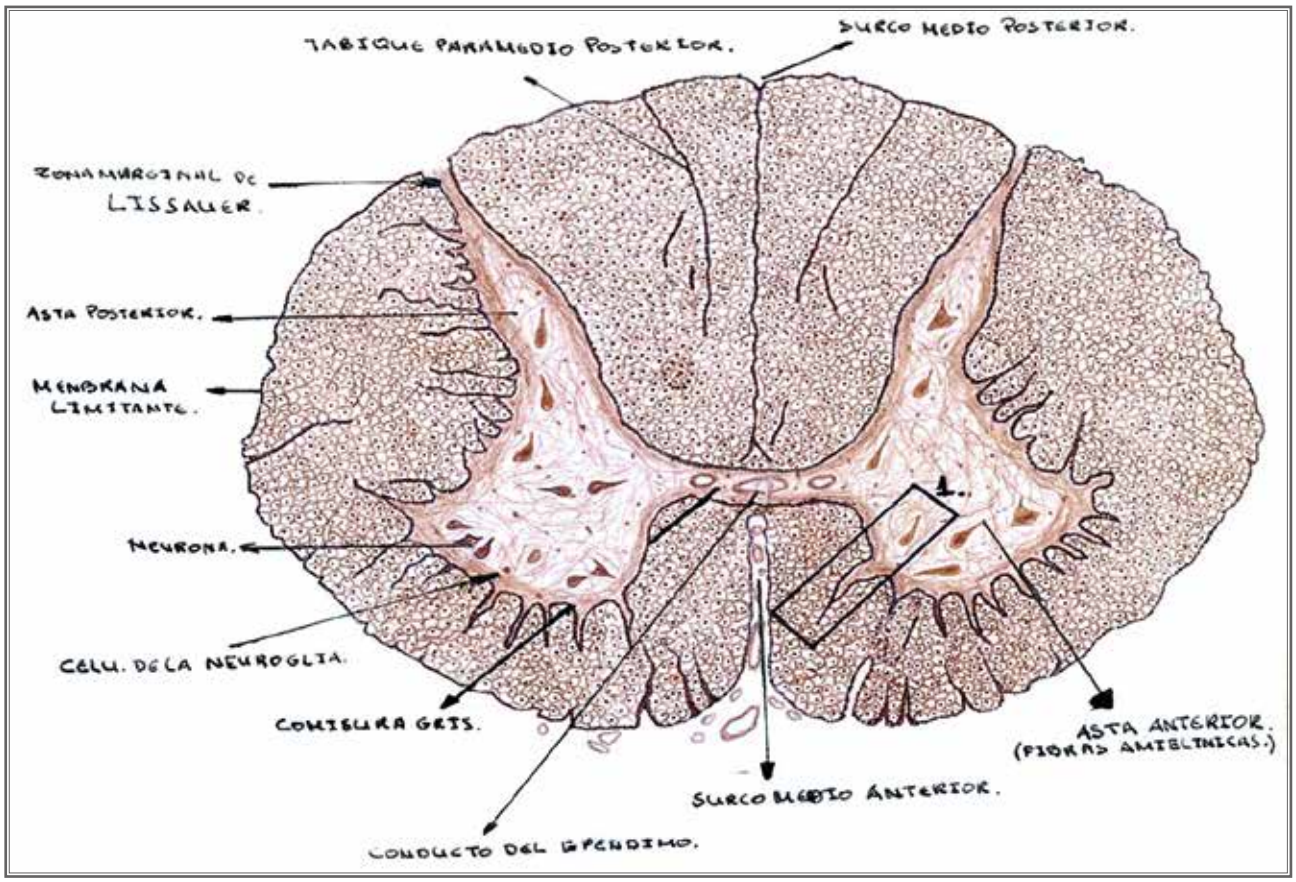


Lámina 21

Dibujos de la estructura histológica de los órganos del sistema nervioso central humano.



▲ **Dibujo de una sección de médula espinal.**
Impregnación argéntica.
X100.
Lápiz de color y tinta china.

▼ **Dibujo de una sección de corteza cerebelosa.**
Impregnación argéntica.
X100.
Lápiz de color.

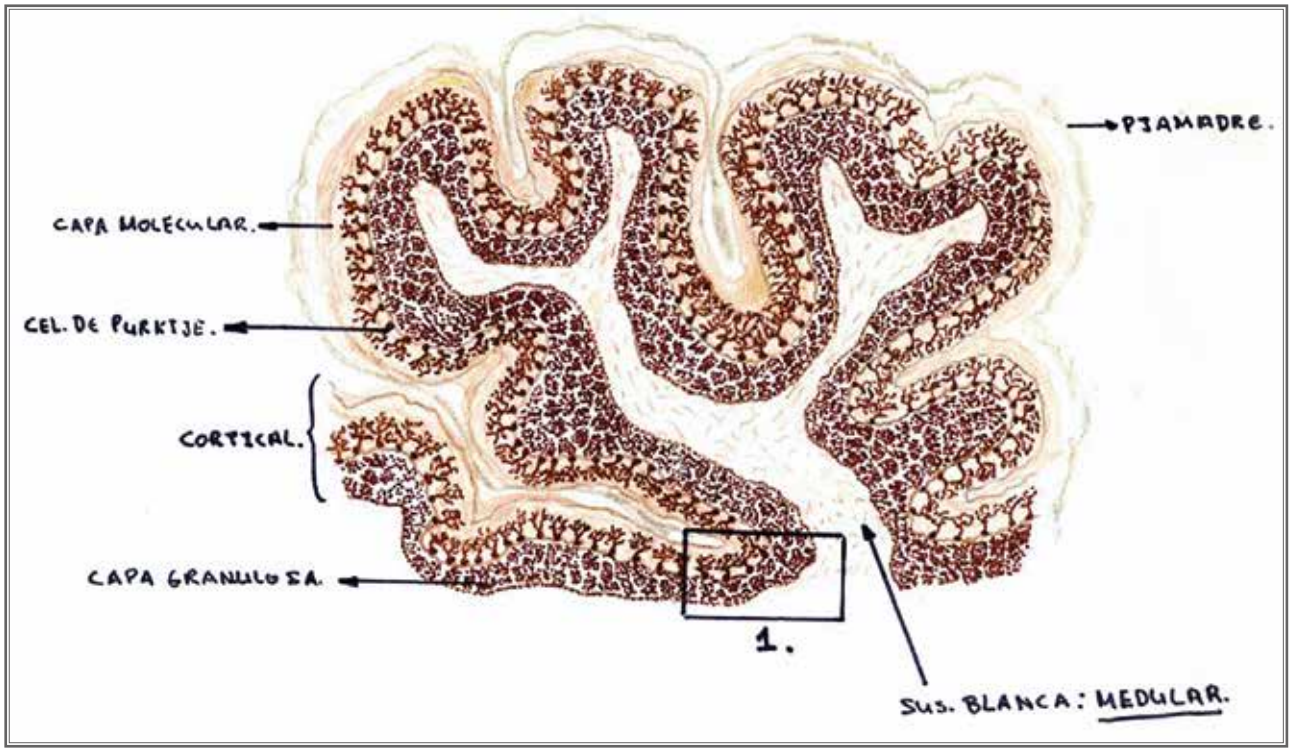
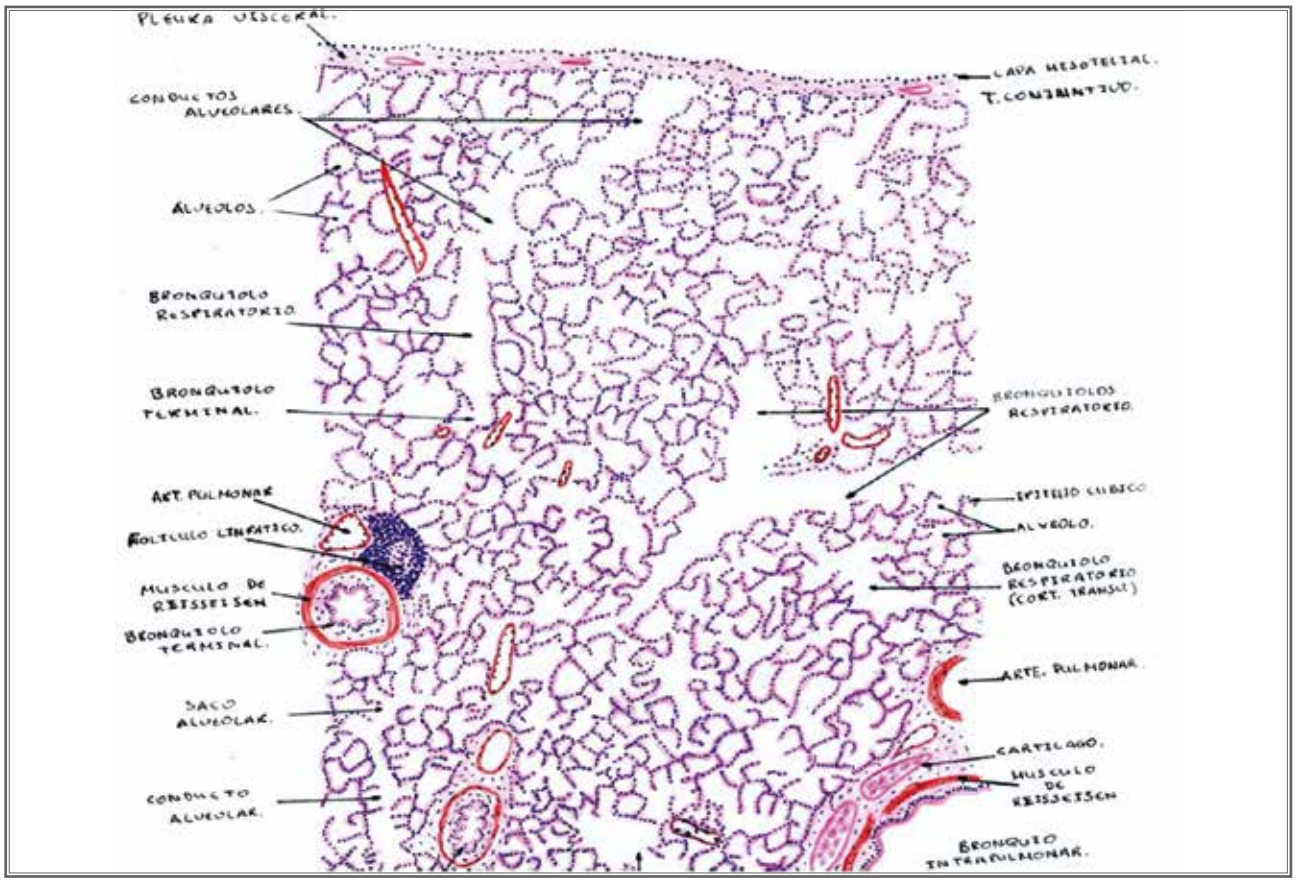


Lámina 22

Dibujos de la estructura microscópica de órganos respiratorio y endocrino de mamíferos.



▲ **Dibujo de una sección de pulmón humano.**
Tinción con hematoxilina y eosina.
X100.
Lápices de colores.

▼ **Dibujos de dos detalles de secciones de la glándula suprarrenal humana.**
Vistas macroscópica y microscópica.
Tinción con hematoxilina y eosina.
X100.
Lápices de colores.

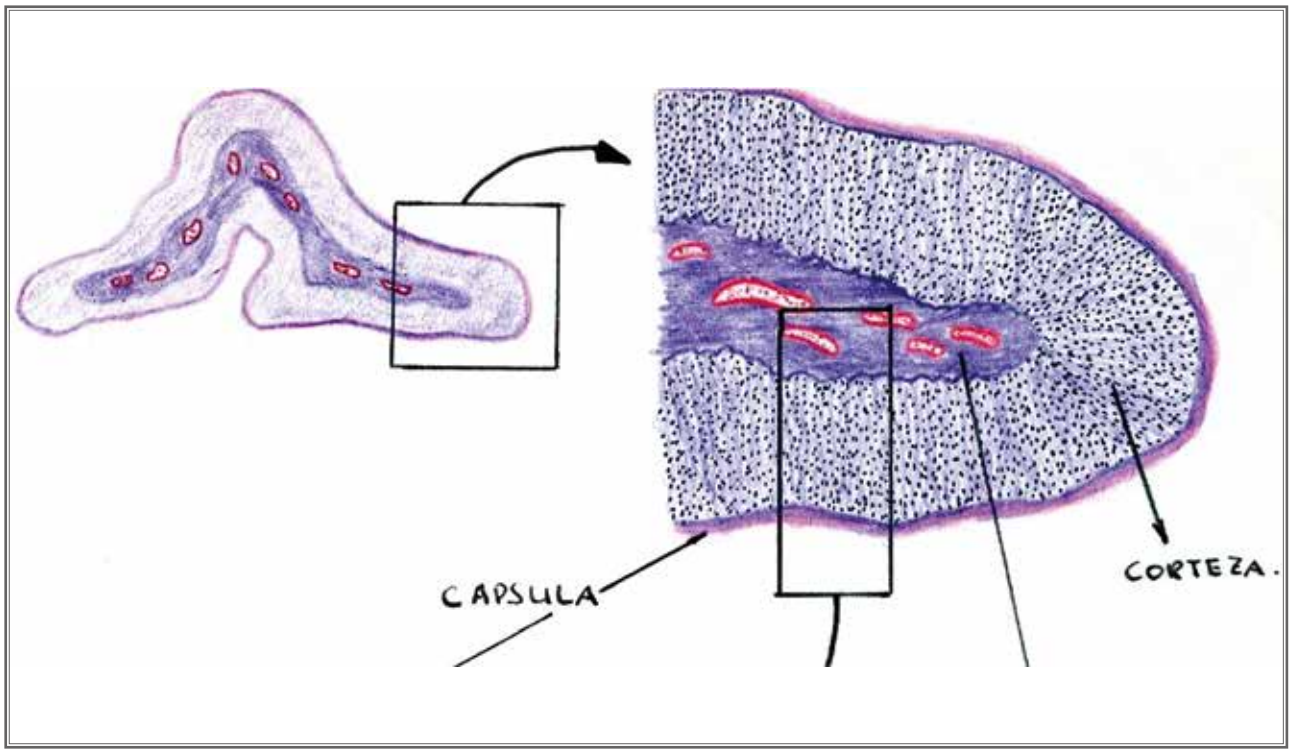
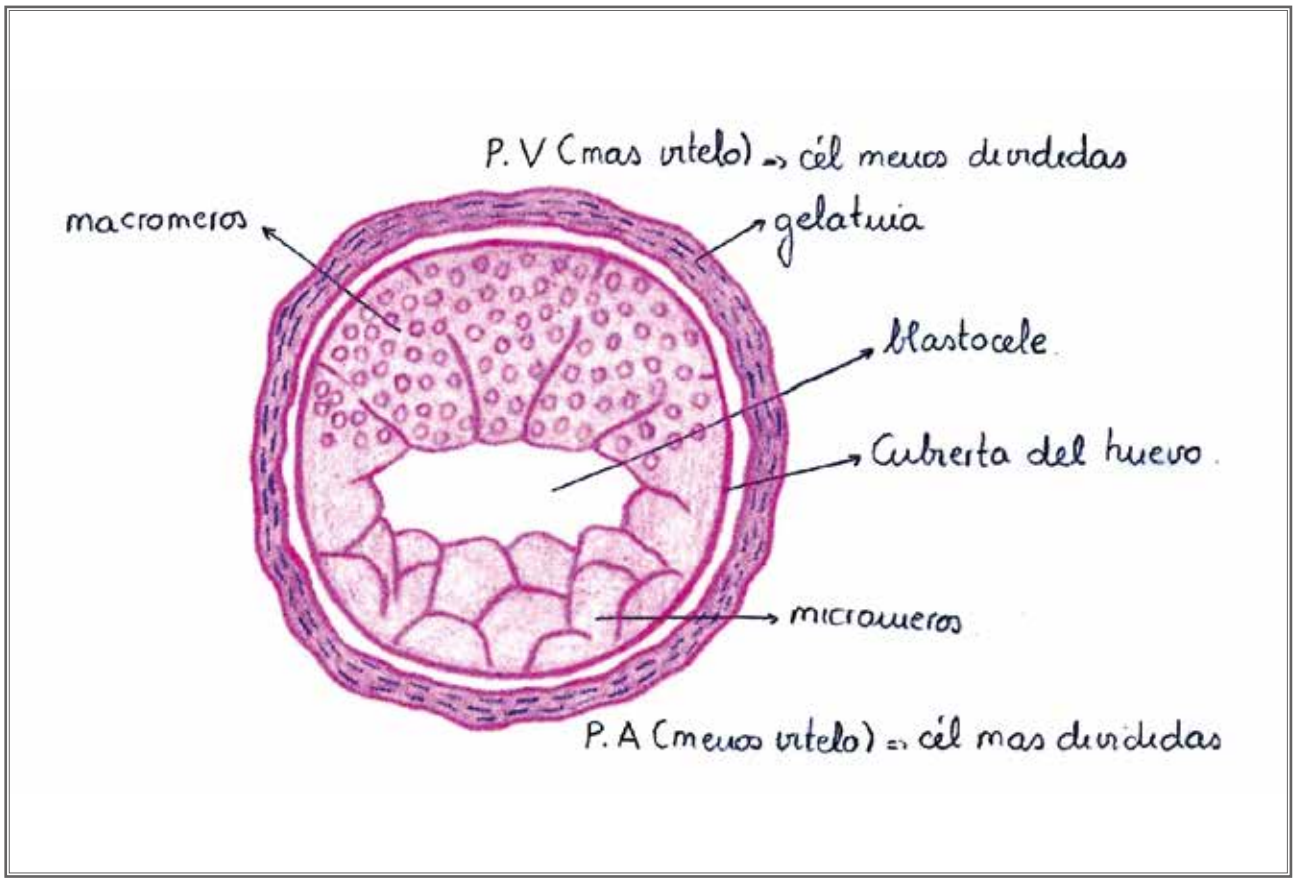


Lámina 23

Dibujos de dos estadios de segmentación del huevo durante el desarrollo del embrión de pollo.



▲ **Etapa temprana del desarrollo de un embrión mostrando el polo animal (PA) y el polo vegetativo (PV).**
Tinción con hematoxilina y eosina.
X100.
Lápices de colores

▼ **Dibujo de uno de los estadio tempranos del desarrollo del embrión.**
Tinción con hematoxilina y eosina.
X100.
Lápices de colores

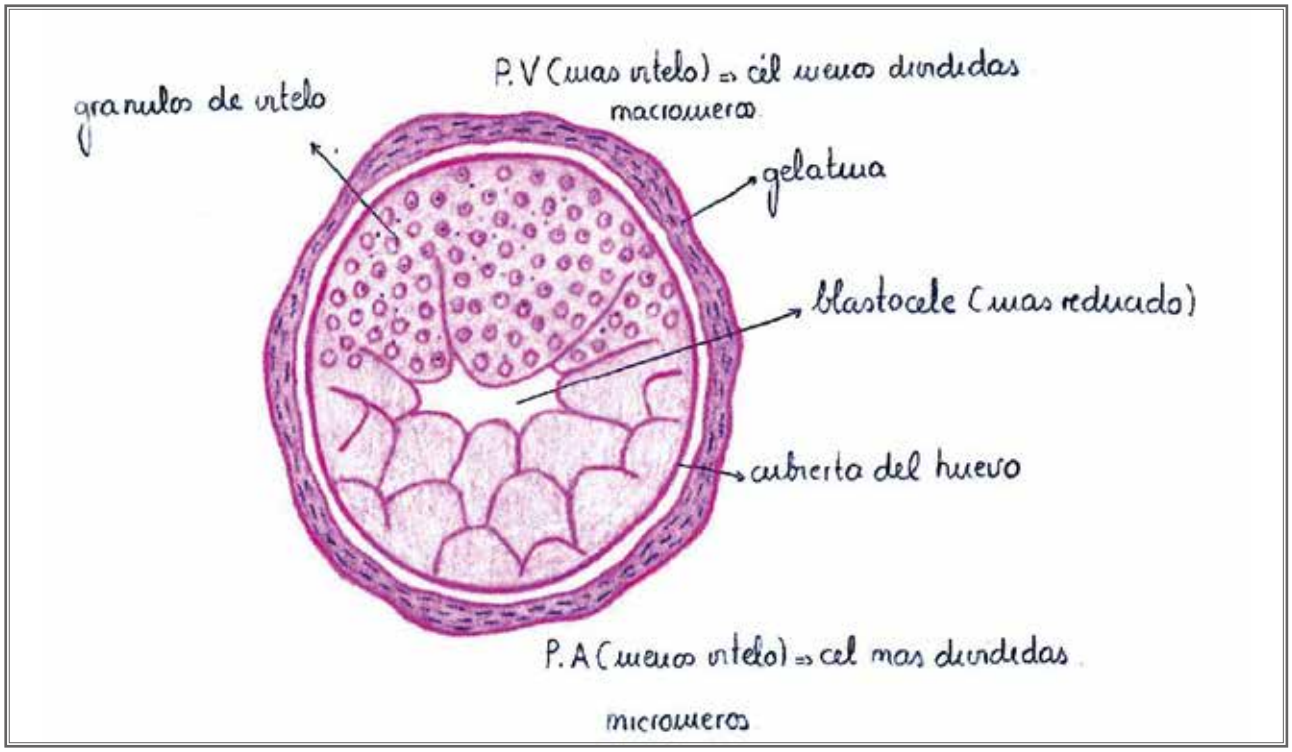
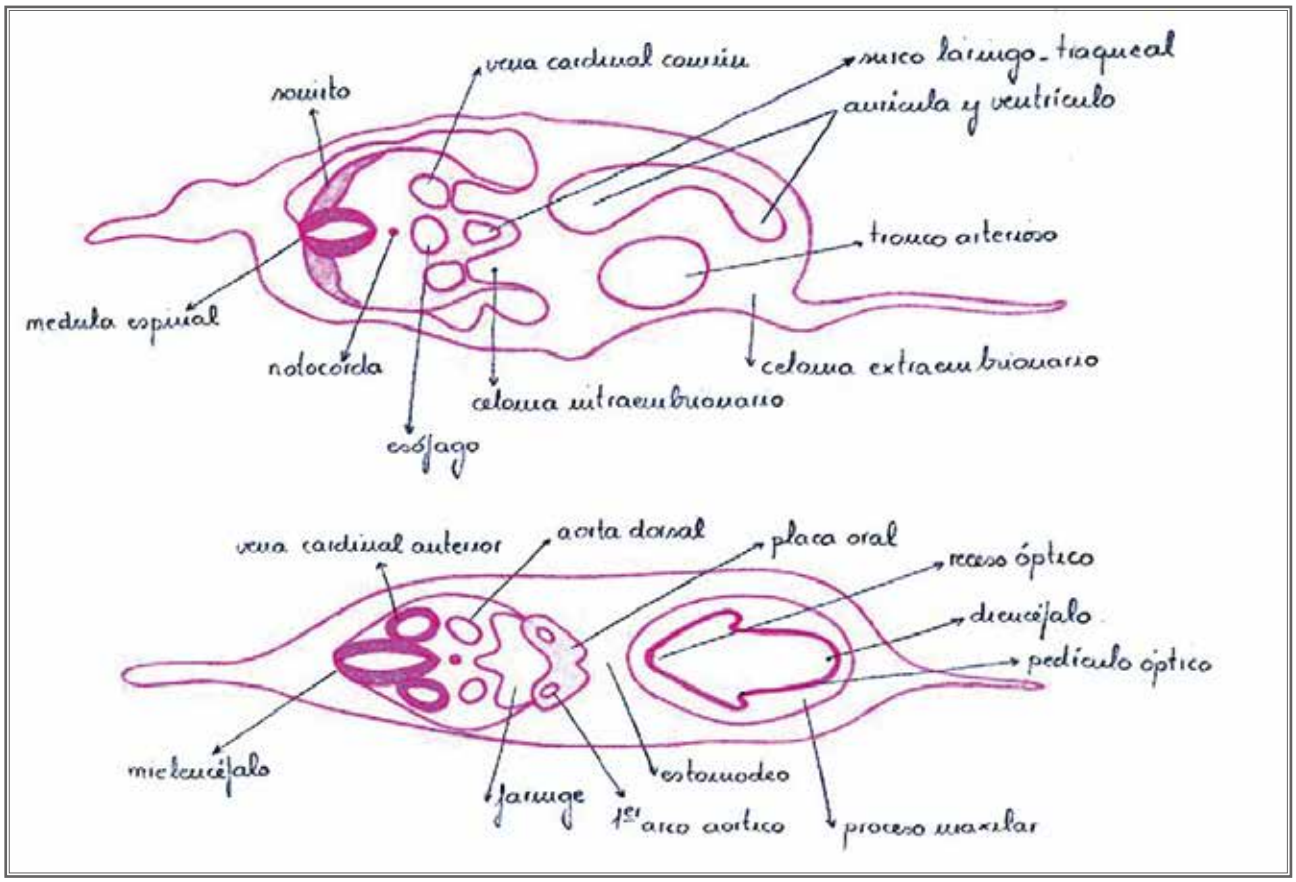


Lámina **24**

Dibujos de secciones de un embrión de pollo de 72 horas.



▲ **Dibujos de secciones de dos estadios del desarrollo de un embrión.**
Tinción con hematoxilina y eosina.
X100.
Lápices de colores.

▼ **Dibujo de un embrión de ave.**
Tinción con hematoxilina y eosina.
X100.

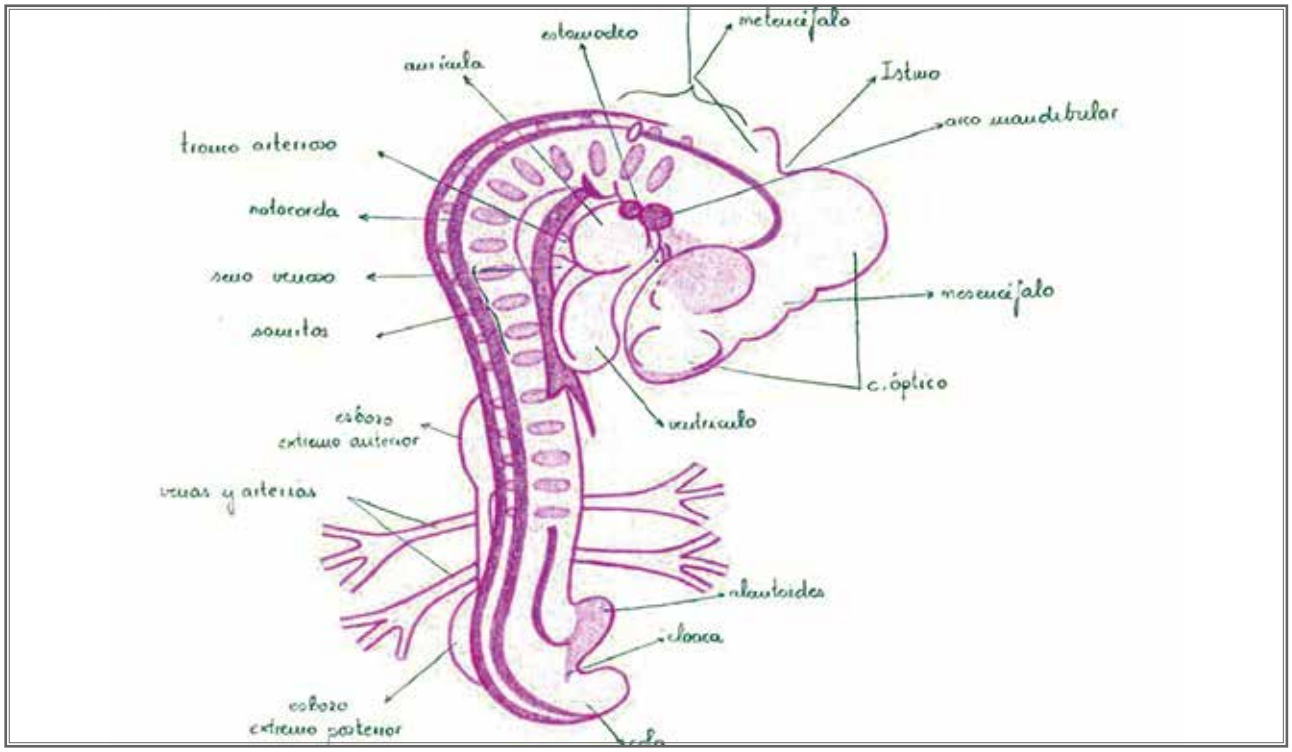
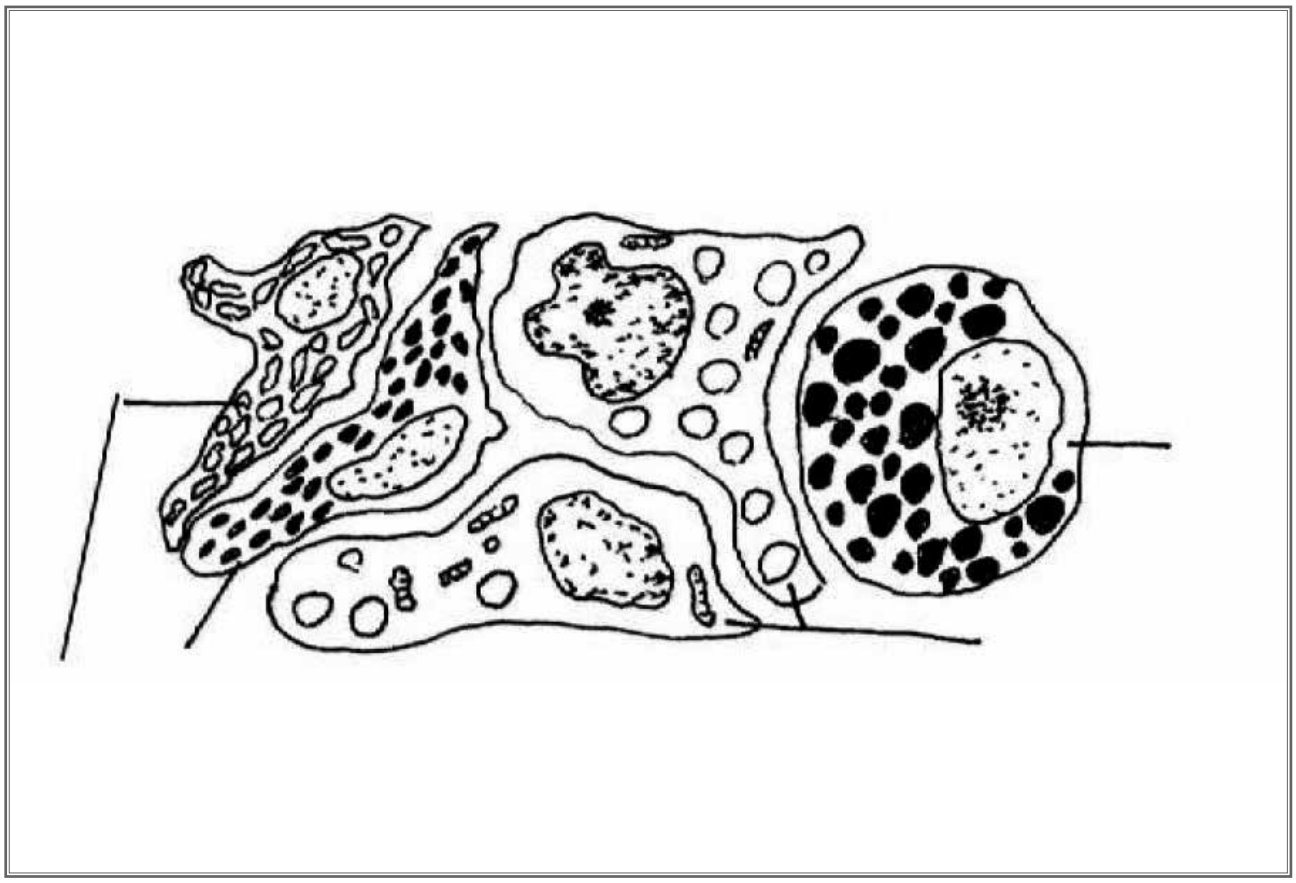


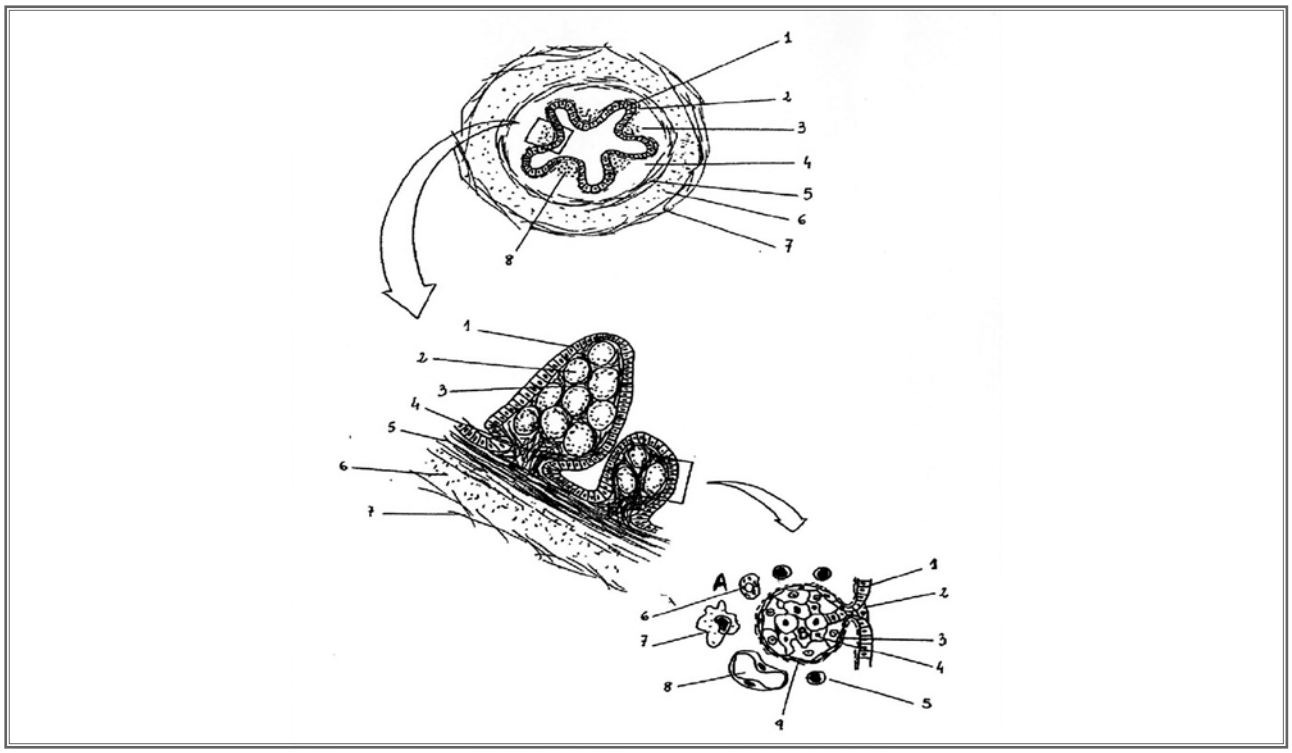
Lámina 25

Dibujos de la ultraestructura de la glándula adrenal de anfibios. Estructura microscópica de la Bolsa de Fabricio de pollo.



▲ **Detalle de los tipos celulares de la glándula adrenal de rana. Microscopia electrónica de transmisión.**
Realizado con Pilot.

▼ **Estructura y componentes celulares de la Bolsa de Fabricio. Microscopía óptica, varios aumentos.**
Realizado con Pilot.



[C] Ilustración científica en la pizarra

En este apartado se muestran una serie de dibujos realizados en el aula, para la docencia de teoría y de prácticas, de “Citología e Histología Vegetal y Animal” o de “Organografía microscópica”

Dado el carácter efímero de los dibujos realizados sobre la pizarra, no ha sido posible conservar los que se desarrollaron durante las clases a lo largo de los años. Por ello, los dibujos aquí mostrados han sido realizados recientemente en la pizarra de una de las aulas de la Facultad de Biología, para su inclusión en este libro.

Es de señalar que los materiales utilizados para hacer estos dibujos han evolucionado a lo largo de los años, de tal modo que los actuales resultan ligeramente diferentes de aquellos de los que se disponía en las aulas al comienzo de mi actividad como profesor. No obstante, el resultado es altamente parecido.

Así, la textura de la superficie del encerado ha perdido parte de su rugosidad, tratándose ahora de una superficie más satinada y reflectante. También ha variado el tono de color de la superficie de las pizarras. De modo general, las pizarras actuales presentan superficies de colores más claros y tonos ligeramente verdosos o azulados, frente al tono oscuro, casi negro de entonces, lo cual va en detrimento del contraste entre dibujo y soporte.

También las tizas son diferentes. Se ha pasado de utilizar barras prismáticas de tiza blanca, poco comprimida, que soltaba una cantidad importante de polvo de cal que se adhería bien a la superficie de la pizarra, a barras cilíndricas de cal comprimida, que exigen más presión para conseguir un efecto parecido. Las tizas de colores han sufrido también este mismo cambio. Como ventaja se ha de citar que la definición del trazo es mayor, facilitándose la escritura de los rótulos. En contraste, resulta casi imposible conseguir el difuminado de colores.

Además, el tamaño de las pizarras ha disminuido notablemente, en relación con el menor tamaño de las aulas y el menor número de alumnos por grupo de docencia.

Lámina
26

Fotografías del aula donde se han realizado los dibujos, mostrando la instalación del sistema lateral de alumbrado de la pizarra, así como un detalle de la localización de la misma.

▲ **El aula con el sistema de iluminación instalado para realizar las fotografías.**

▼ **La pizarra mostrando uno de los dibujos.**

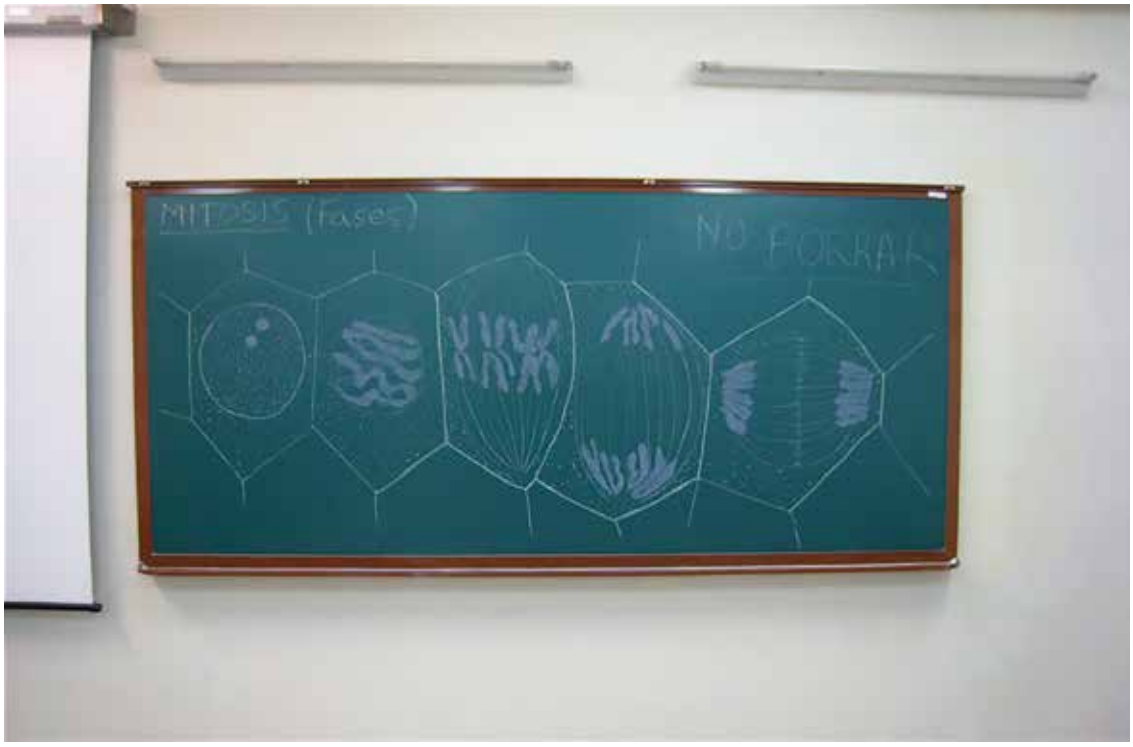
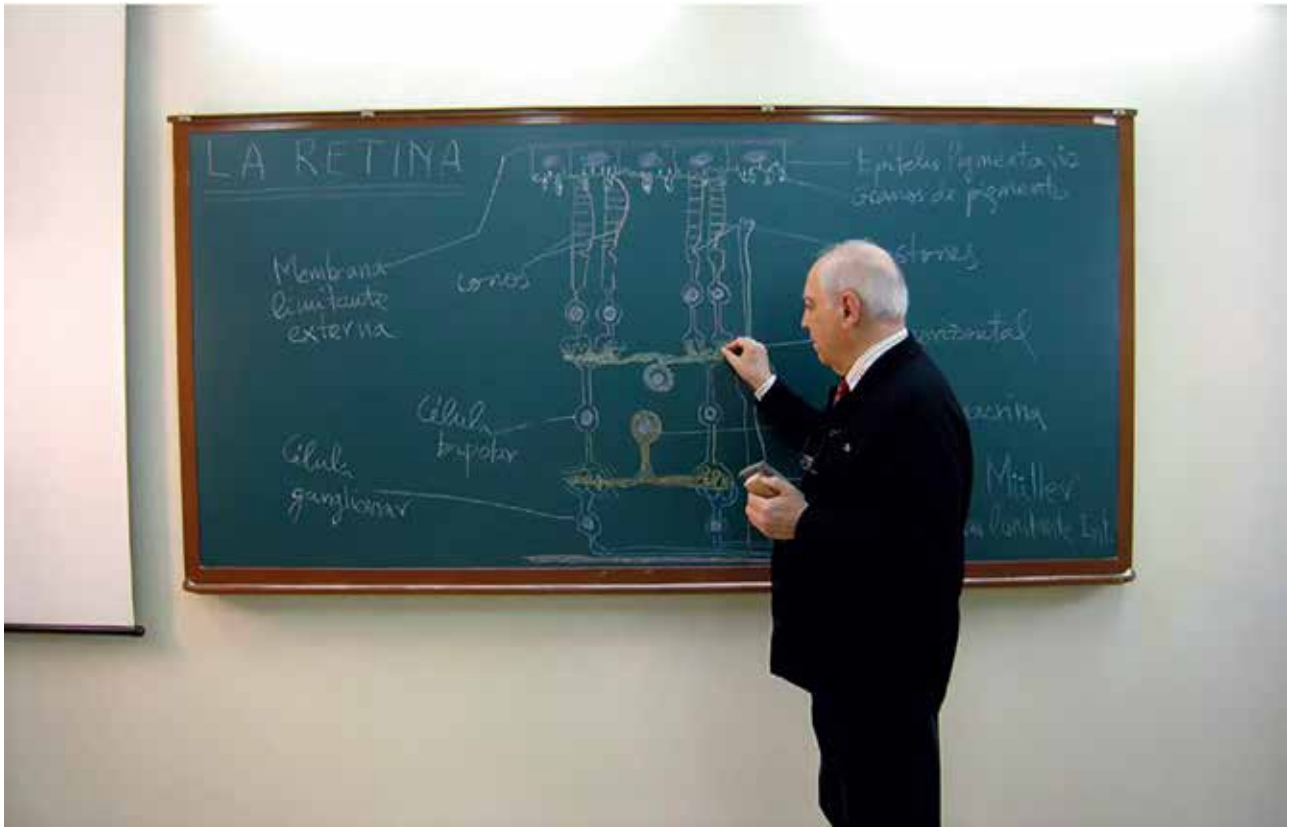


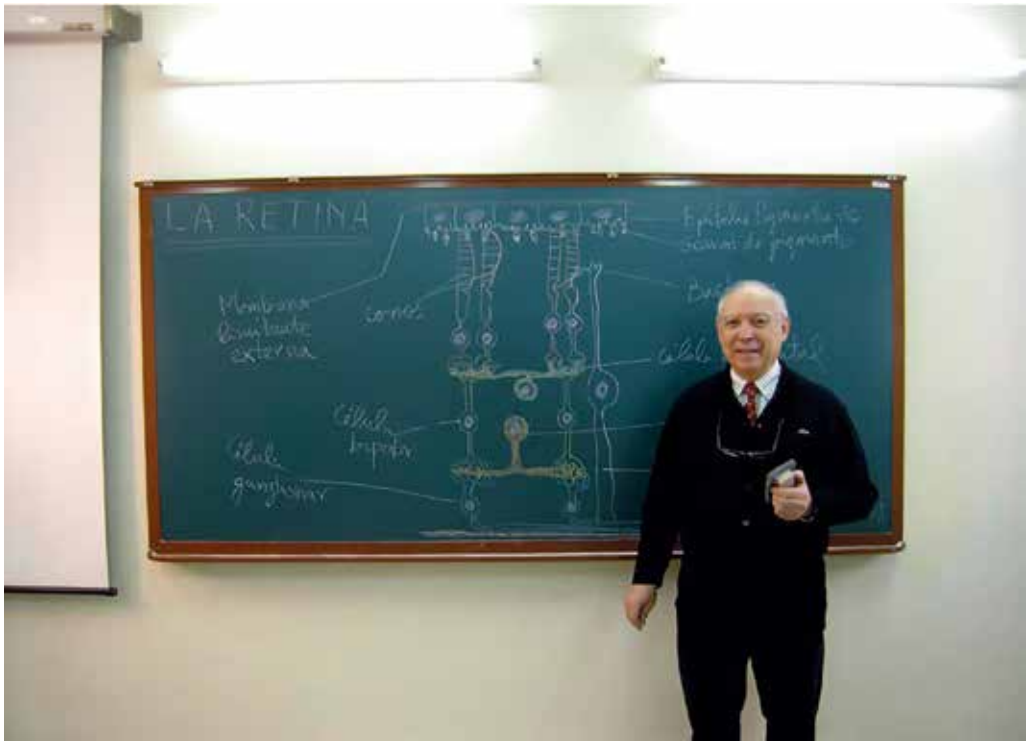
Lámina
27

Fotografías del profesor ante la pizarra, durante dos momentos de la realización de uno de los dibujos.



▲ **Desarrollo de uno de los dibujos.**

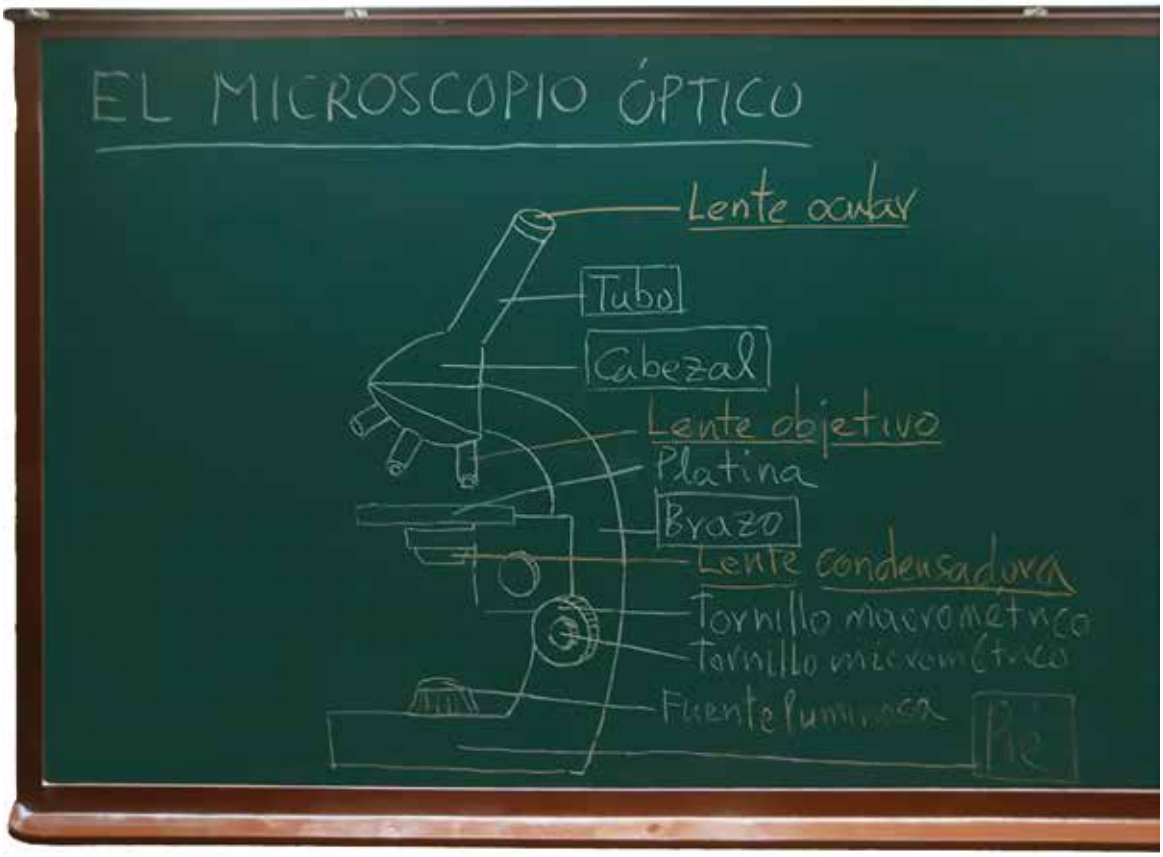
▼ **Tras la conclusión del dibujo.**



Lámina

28

El microscopio



▲ **Esquema de un microscopio de luz transmitida.**

▼ **Microscopio óptico mostrando sus partes físicas (tubo, cabezal, brazo, platina, pie y tornillos macrométrico y micrométrico), y sus partes ópticas (lentes objetivo y ocular, lente condensadora, y fuente luminosa).**

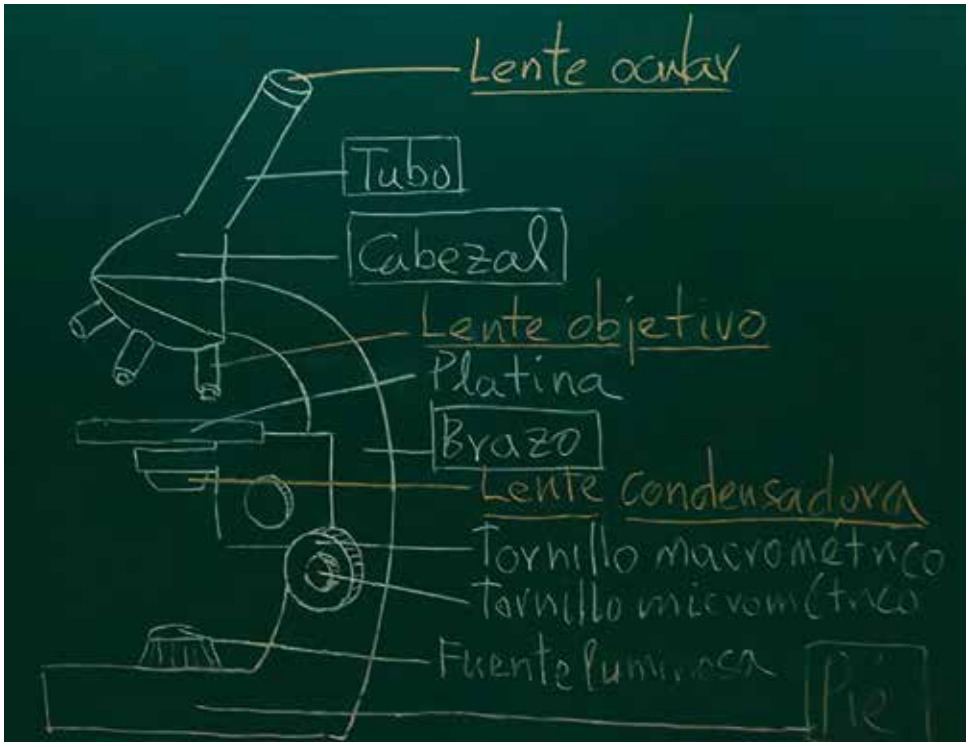
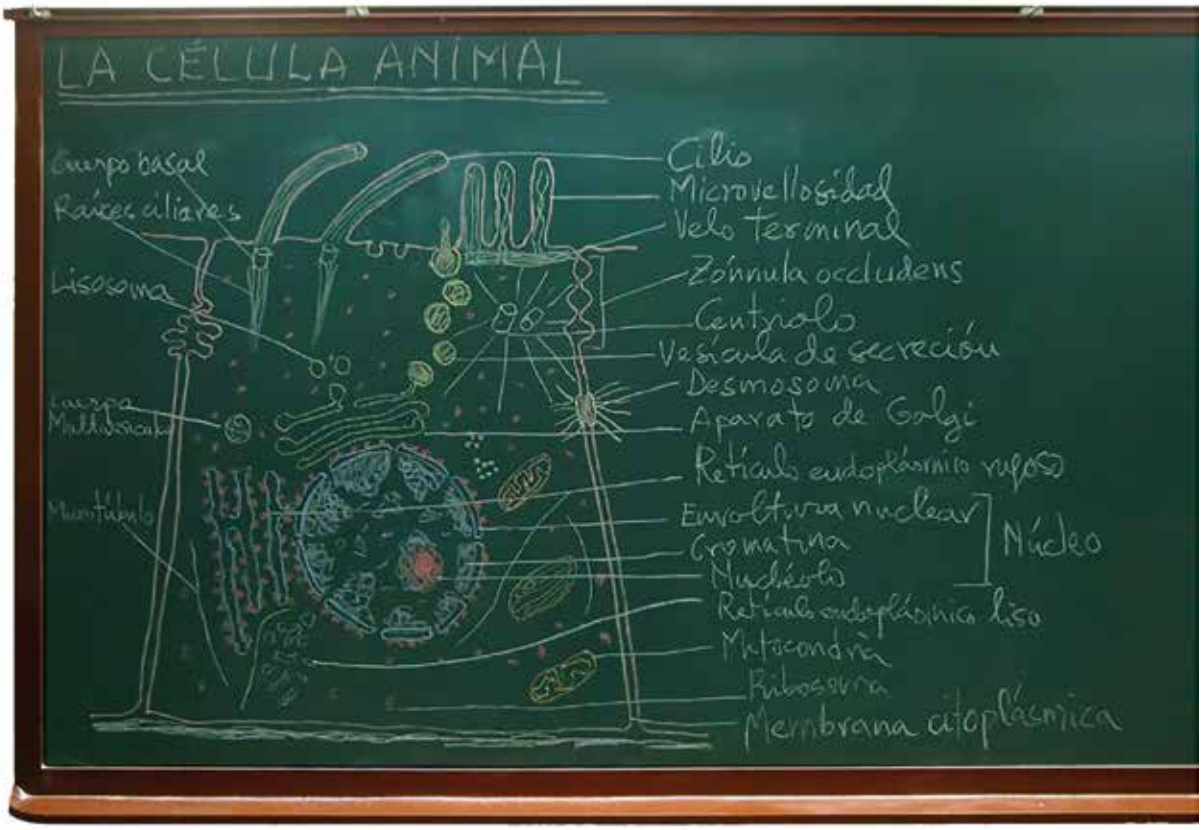


Lámina
29

La célula animal



▲ **Vista general de una célula animal tipo mostrando los orgánulos citoplasmáticos esenciales, estructuras de unión y diferenciaciones de la membrana.**

▼ **Detalle de núcleo y del citoplasma con algunos orgánulos y de un desmosoma.**

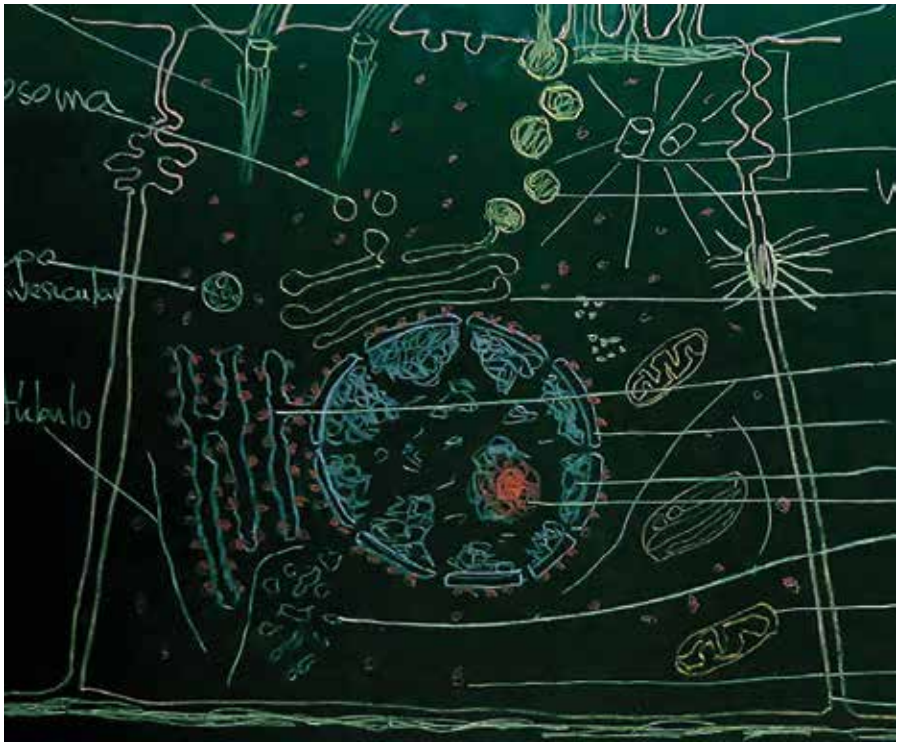
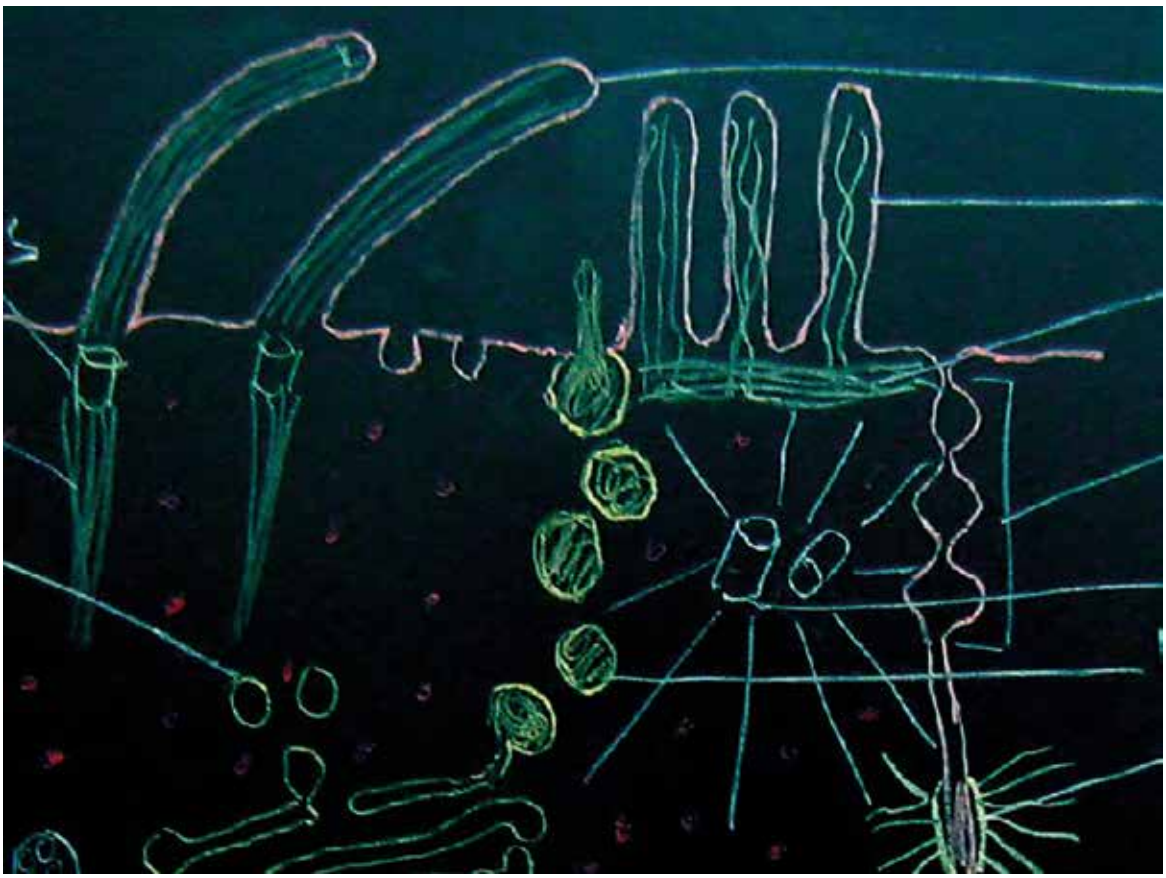


Lámina
30

Borde apical. Citoplasma y núcleo de la célula animal



▲ **Detalle del citoplasma apical mostrando vesículas de secreción y el centrosoma formado por dos centriolos.**
Los cilios muestran su corpúsculo basal y raíces ciliares.

▼ **Detalle de retículo endoplasmático liso y rugoso, y de los componentes del núcleo (membranas nuclear externa e interna, poros nucleares, cromatina y nucléolo).**

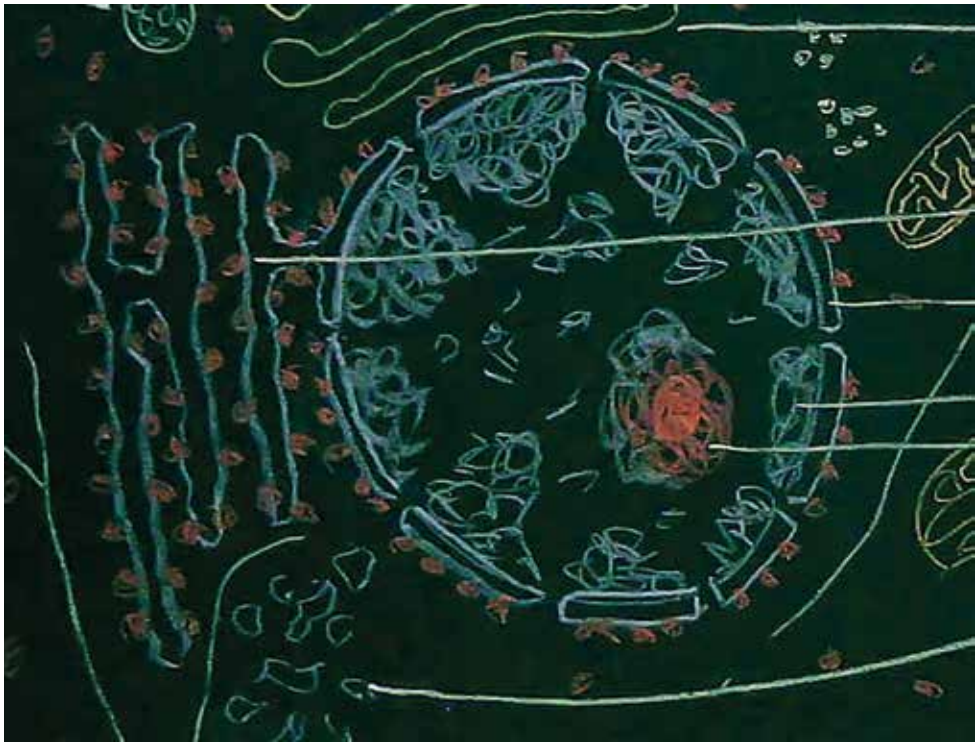


Lámina
31

La célula vegetal

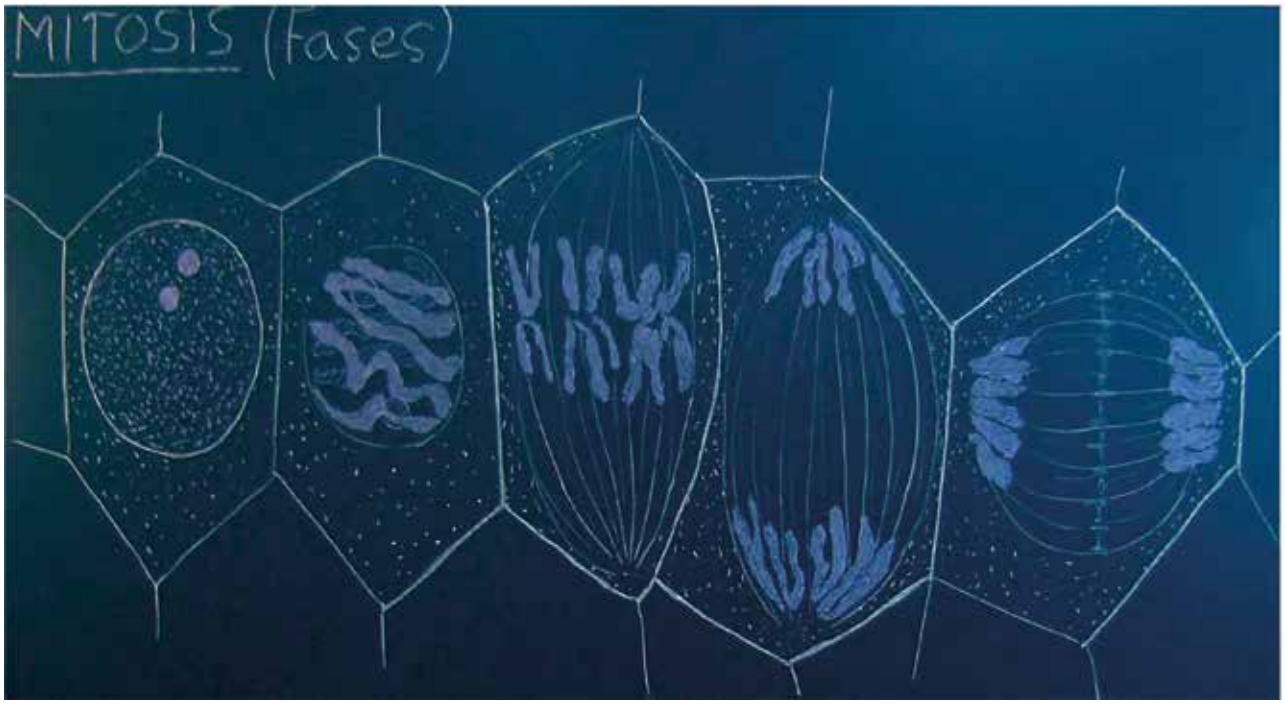
▲ **Vista general de una célula vegetal tipo, mostrando la pared celular, una gran vacuola y otros orgánulos esenciales.**

▼ **Detalle de la vacuola y de la pared celular mostrando plasmodesmos. En el citoplasma aparecen mitocondrias, un cloroplasto y lisosomas.**

Lámina

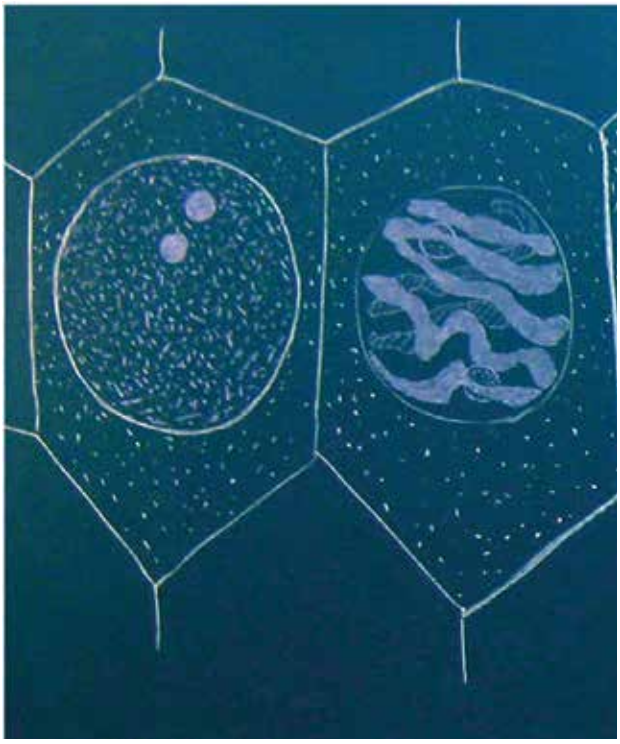
32

La división celular



▲ **Diferentes estadios de la mitosis de células de raíz de cebolla observados al microscopio óptico.**

▼ **Interfase y profase.**

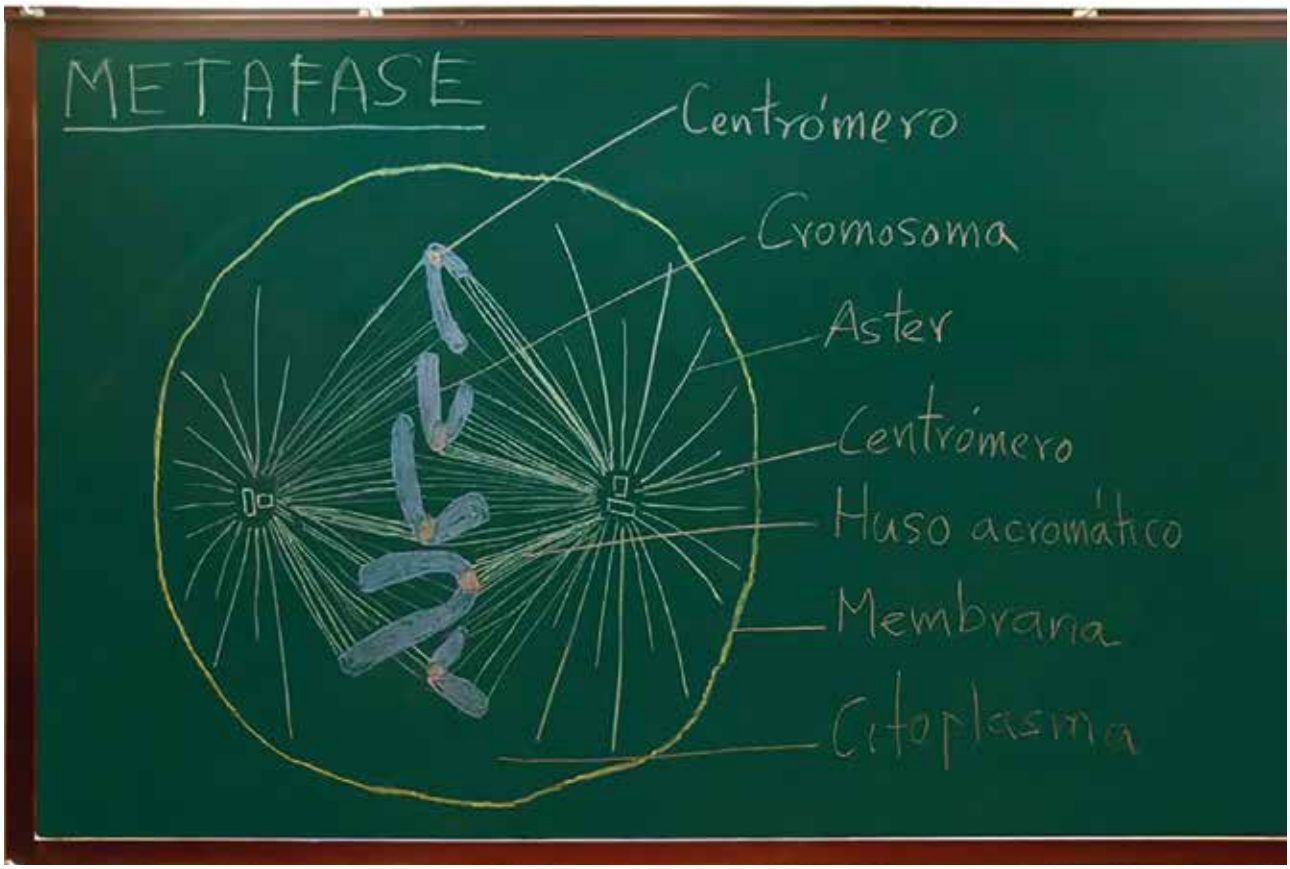


▼ **Metafase y anafase.**

Lámina

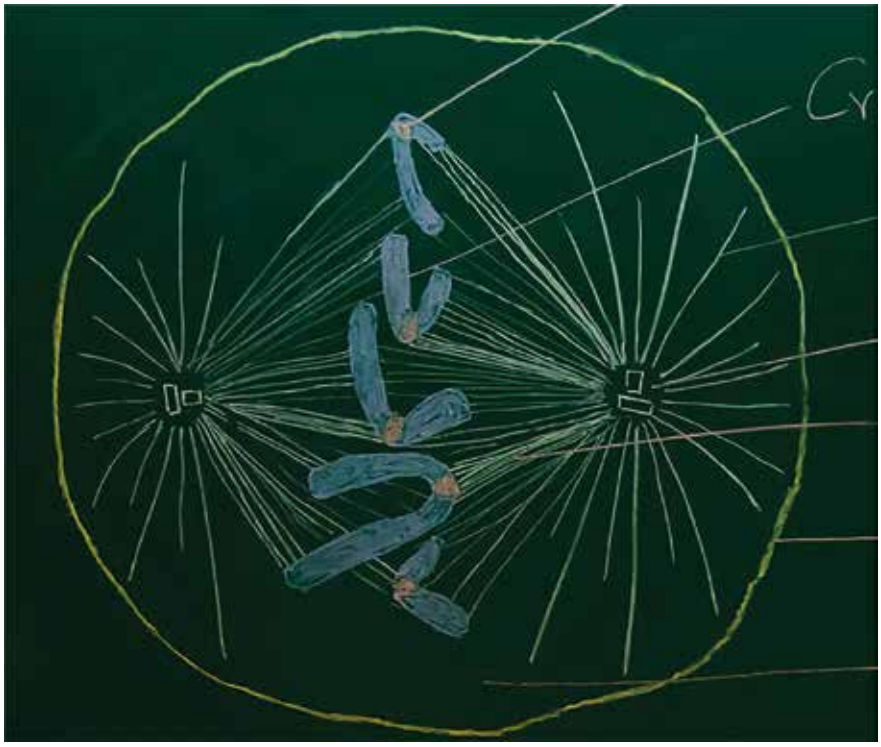
33

La metafase



▲ **Metafase de la mitosis de una célula animal mostrando los cromosomas con su centrómero situados en el ecuador del huso acromático.**

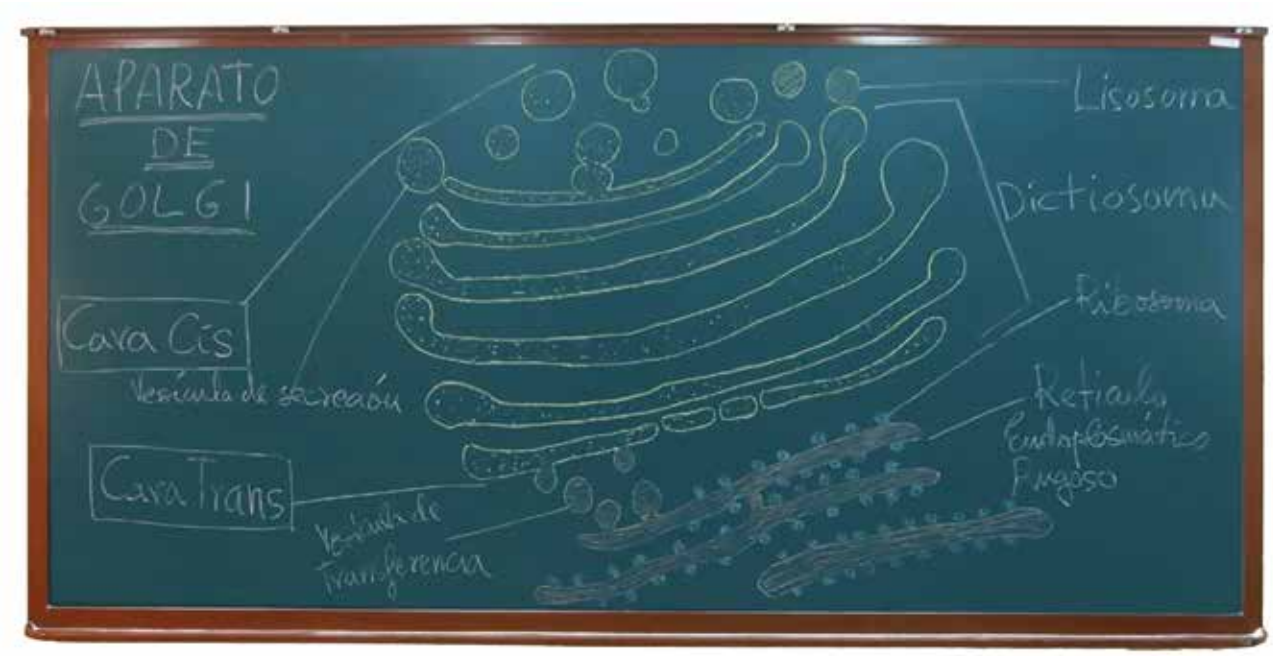
▼ **Detalle de los polos del huso acromático y de la placa ecuatorial mostrando los cromosomas con su centrómero.**



Lámina

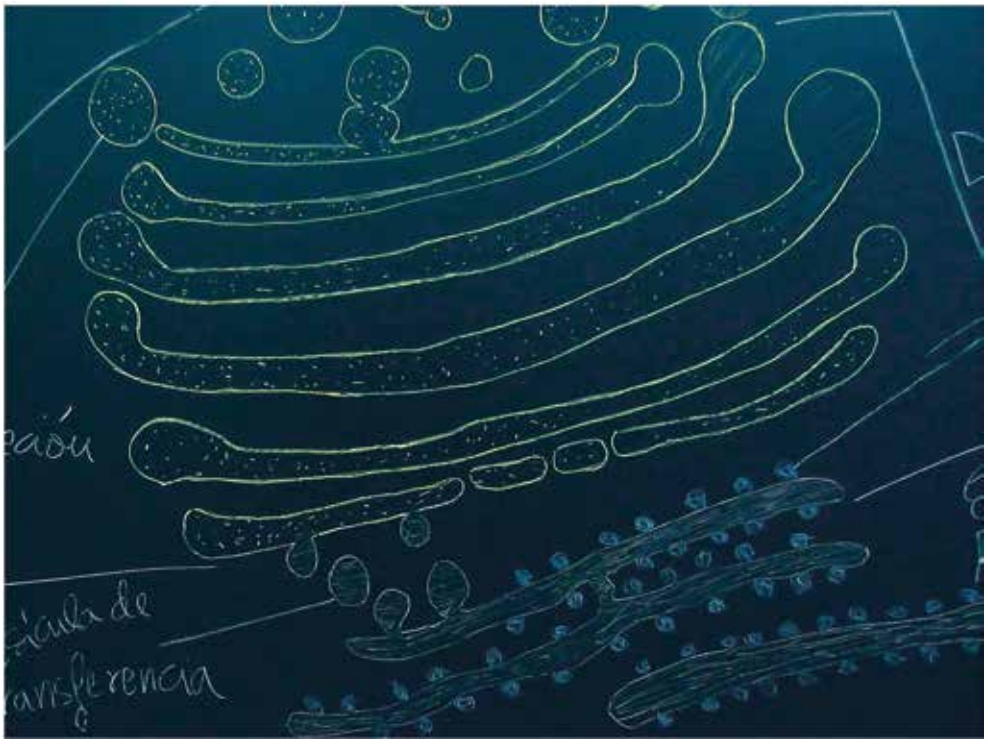
34

El aparato de Golgi



▲ **Dictiosoma formado por varios sacos aplanados y vesículas.**

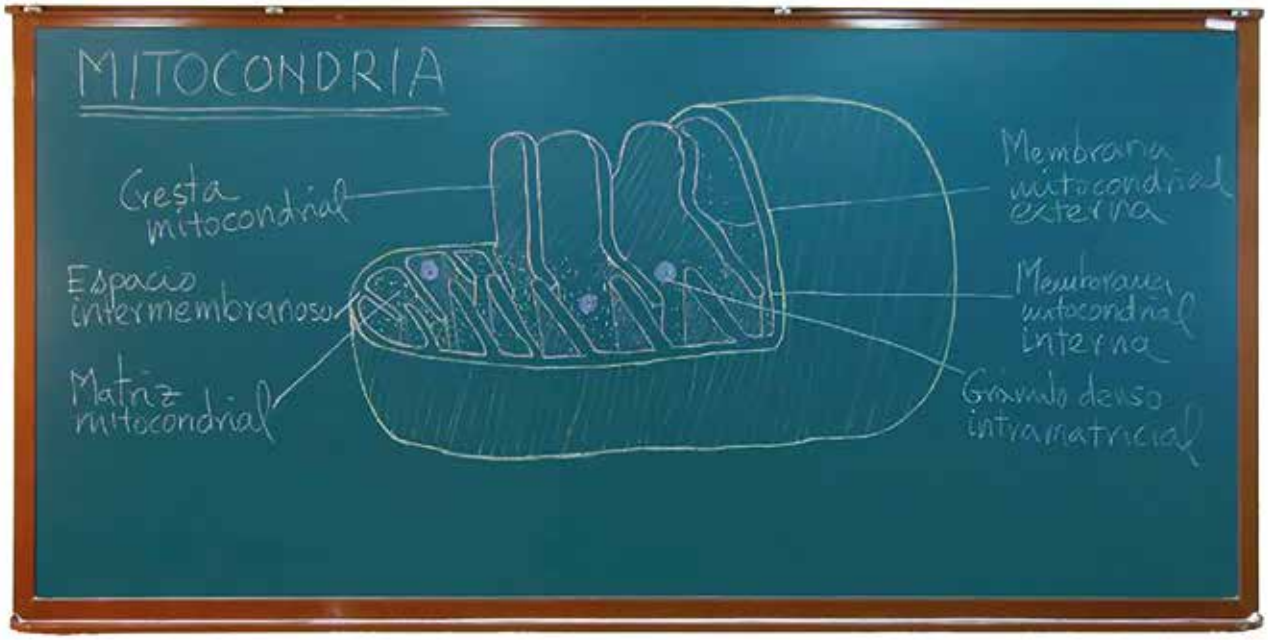
▼ **Detalle de la relación de la cara Cis con el retículo endoplásmico rugoso mediante vesiculas de transferencia.**



Lámina

35

La mitocondria



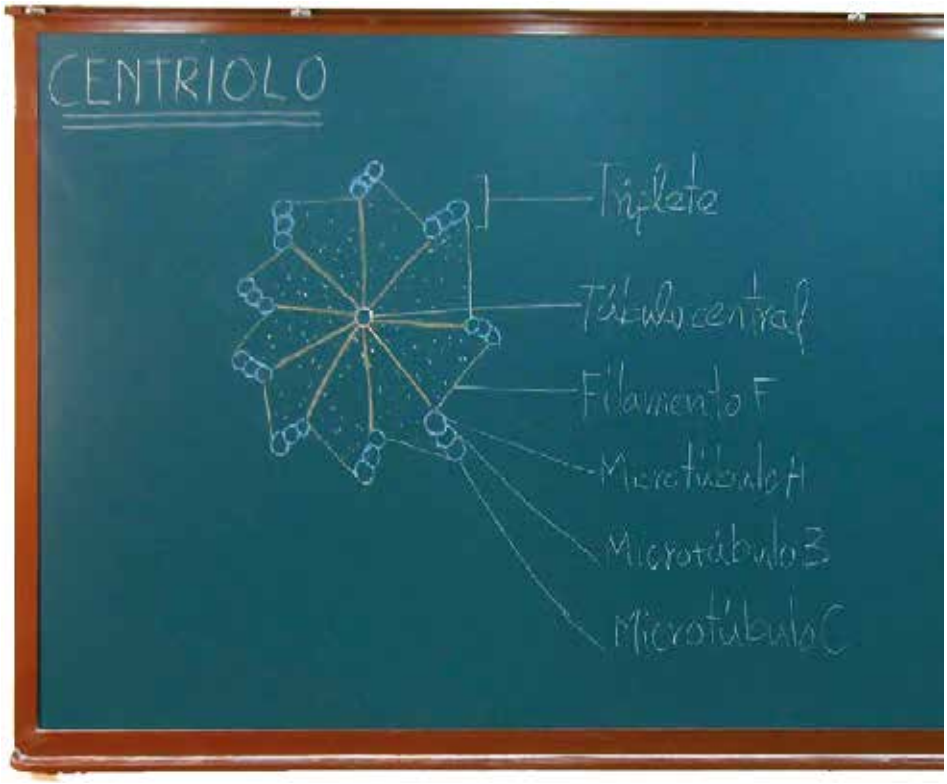
▲ **Estructura general tridimensional de la mitocondria.**

▼ **Detalle de los componentes de la mitocondria (Membranas externa e interna, crestas, matriz y gránulos densos matriciales).**

Lámina

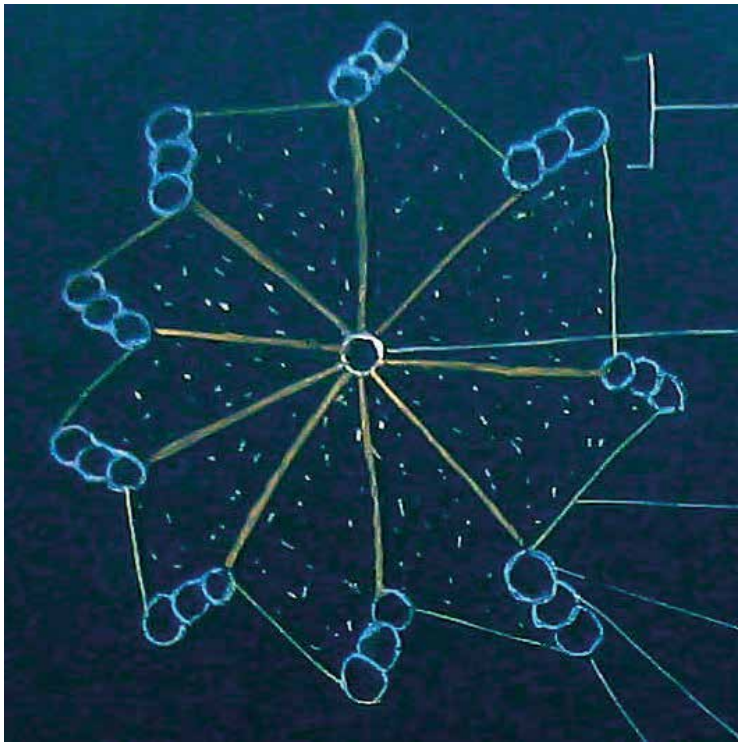
36

El centriolo



▲ **Vista general de la sección de un centriolo.**

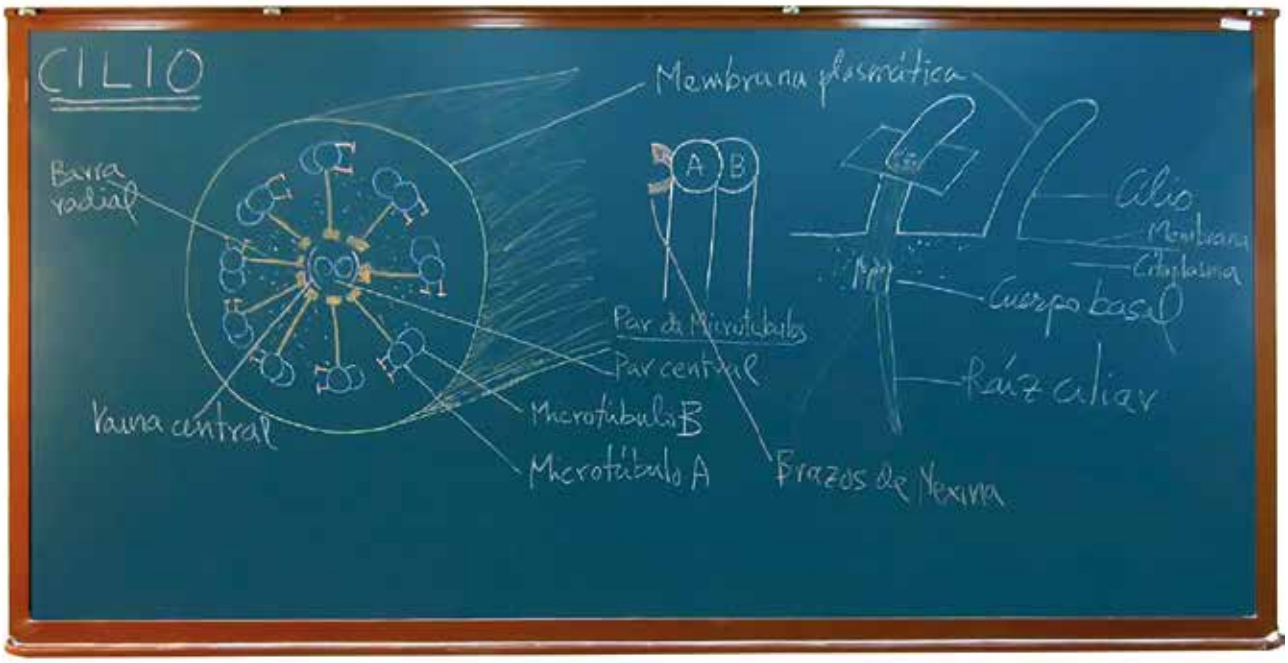
▼ **Detalle de los componentes de un centriolo (tripletes de microtúbulos periféricos, túbulo central y proteínas de unión).**



Lámina

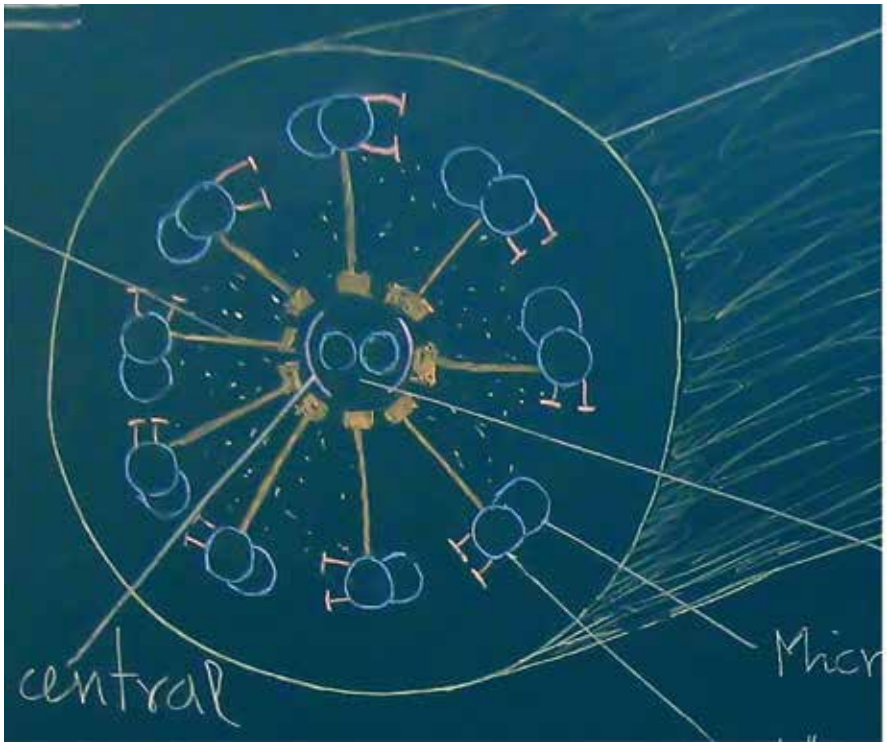
37

El cilio



▲ **Sección transversal de un cilio; detalle de un par de microtúbulos periféricos y vista de la disposición de dos cilios en el polo apical de una célula epitelial.**

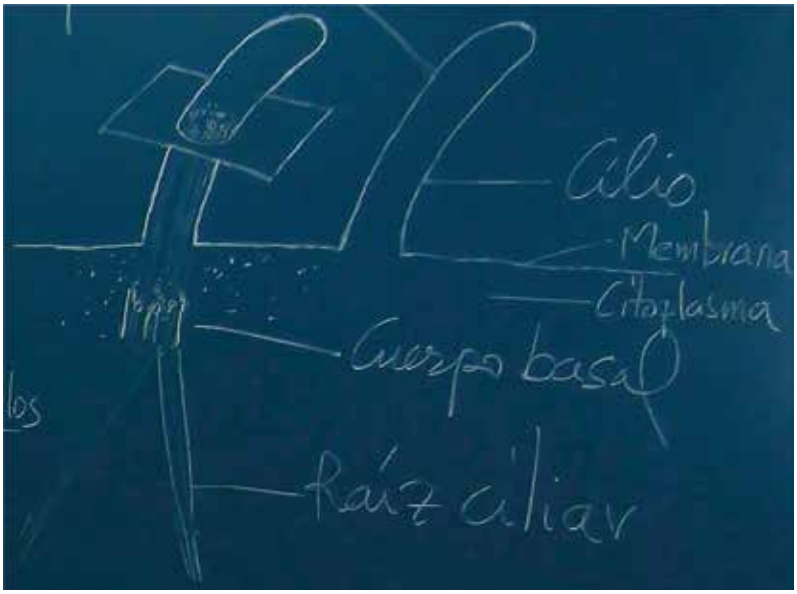
▼ **Detalle de la sección transversal de un cilio. El número de sus microtúbulos está en consonancia con la fórmula característica (9+2).**



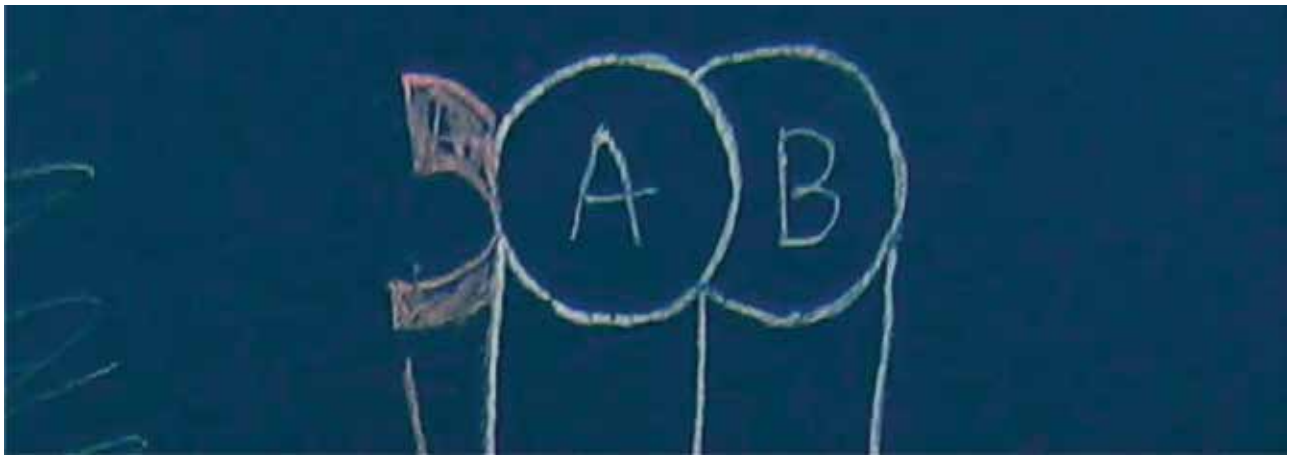
Lámina

38

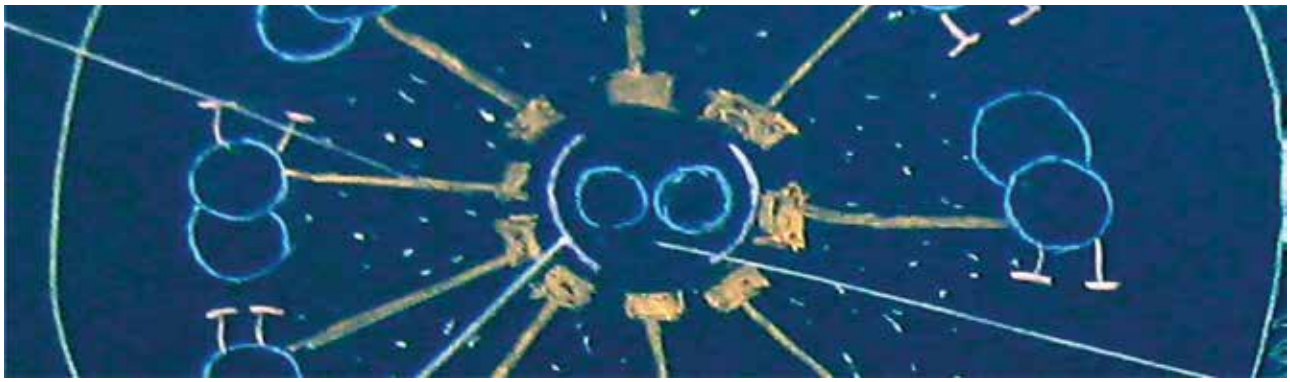
Detalles de la estructura ciliar



▲ **Representación tridimensional de cilios. Uno de ellos muestra sus componentes (tallo ciliar, cuerpo basal y raíces ciliares).**



▲ **Par de microtúbulos ciliares. El microtúbulo A muestra dos brazos de dineina.**

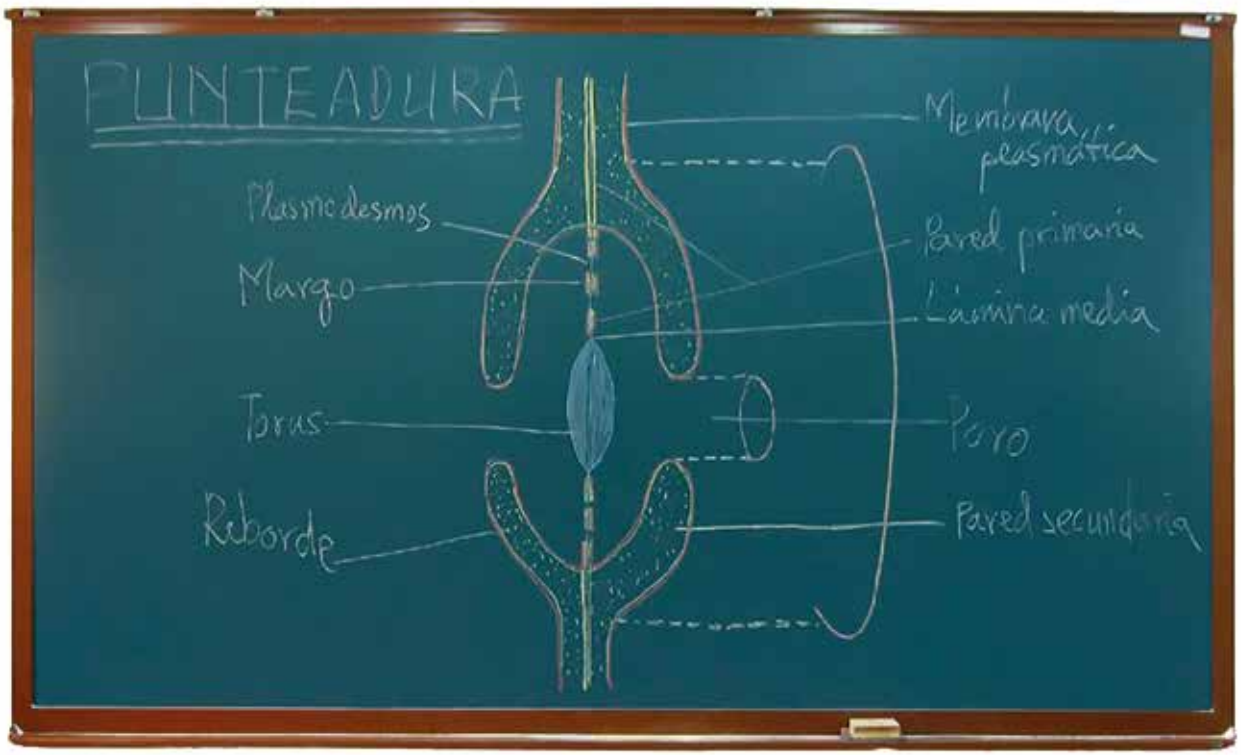


▲ **Detalle del par central de microtúbulos con su vaina y de las barras radiales que parten hacia el centro del cilio desde el microtúbulo A.**

Lámina

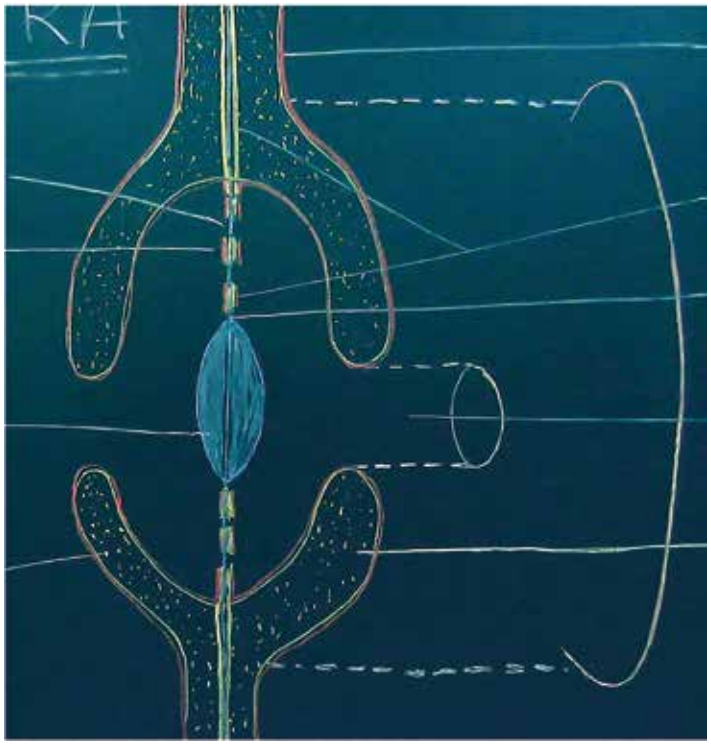
39

Las punteaduras



▲ **Vista general de una punteadura par areolada.**

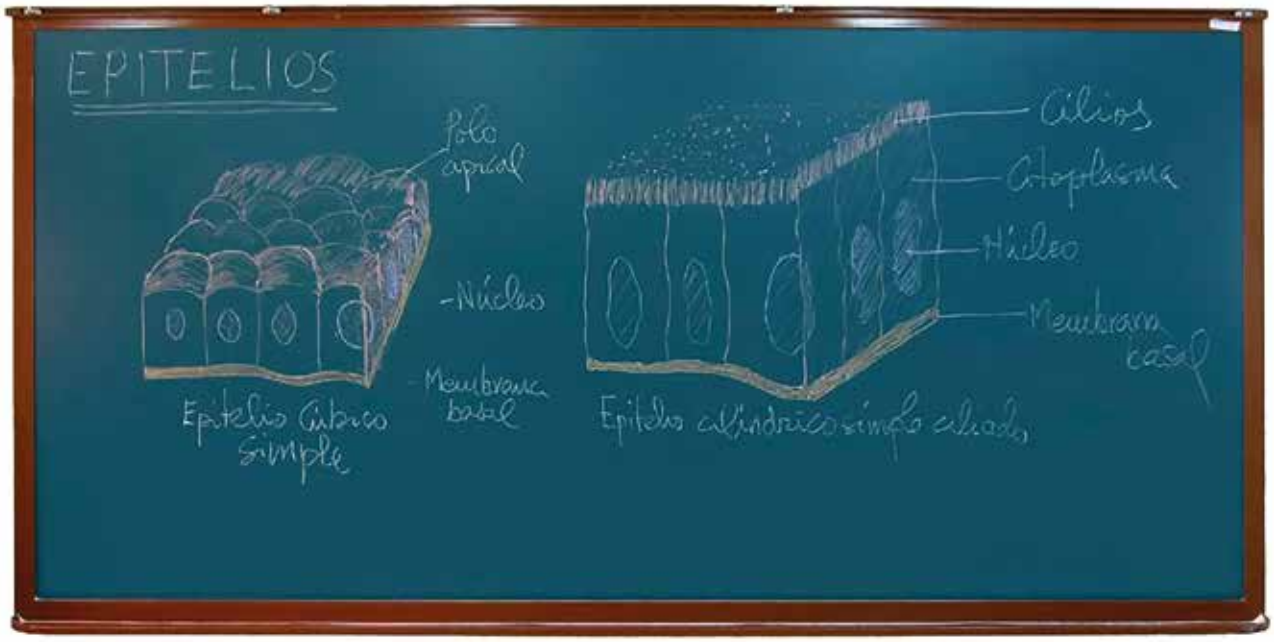
▼ **Componentes de la punteadura (rebordes, poro, margo y toro).**



Lámina

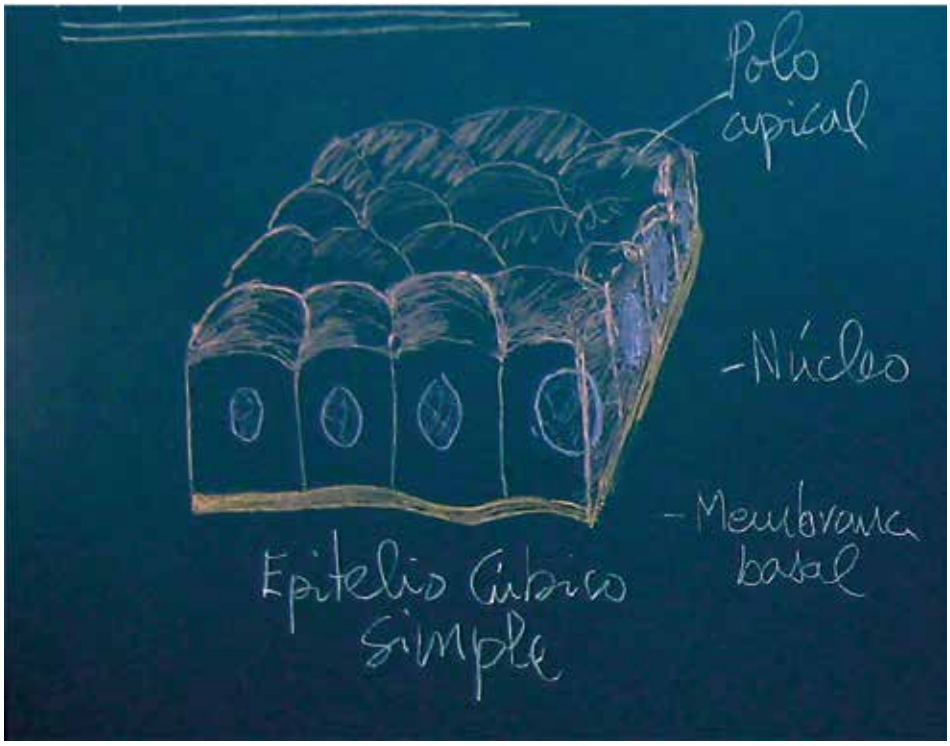
40

Los epitelios



▲ **Dos tipos de epitelio simple.**

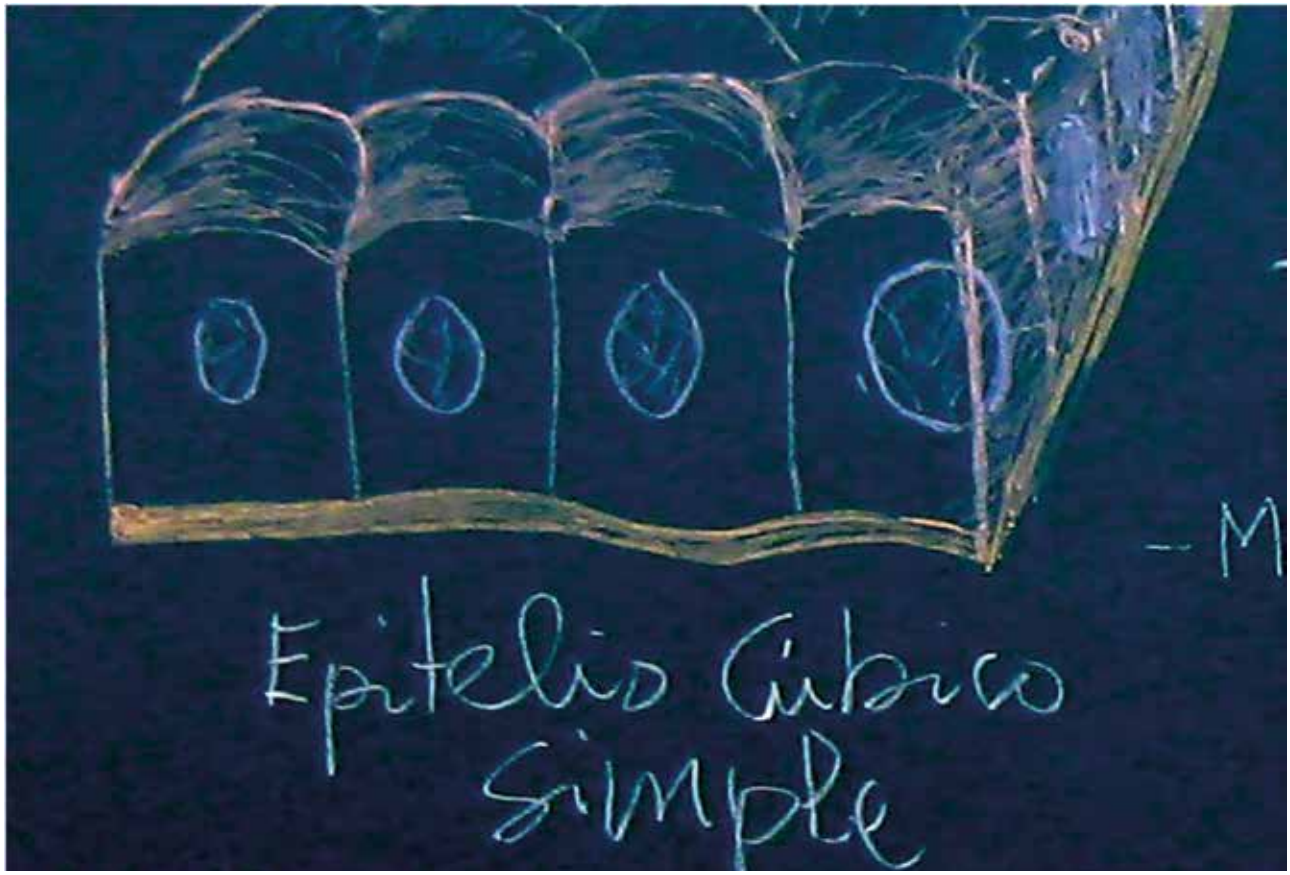
▼ **Epitelio cúbico simple.**



Lámina

41

Detalle de dos tipos de epitelio



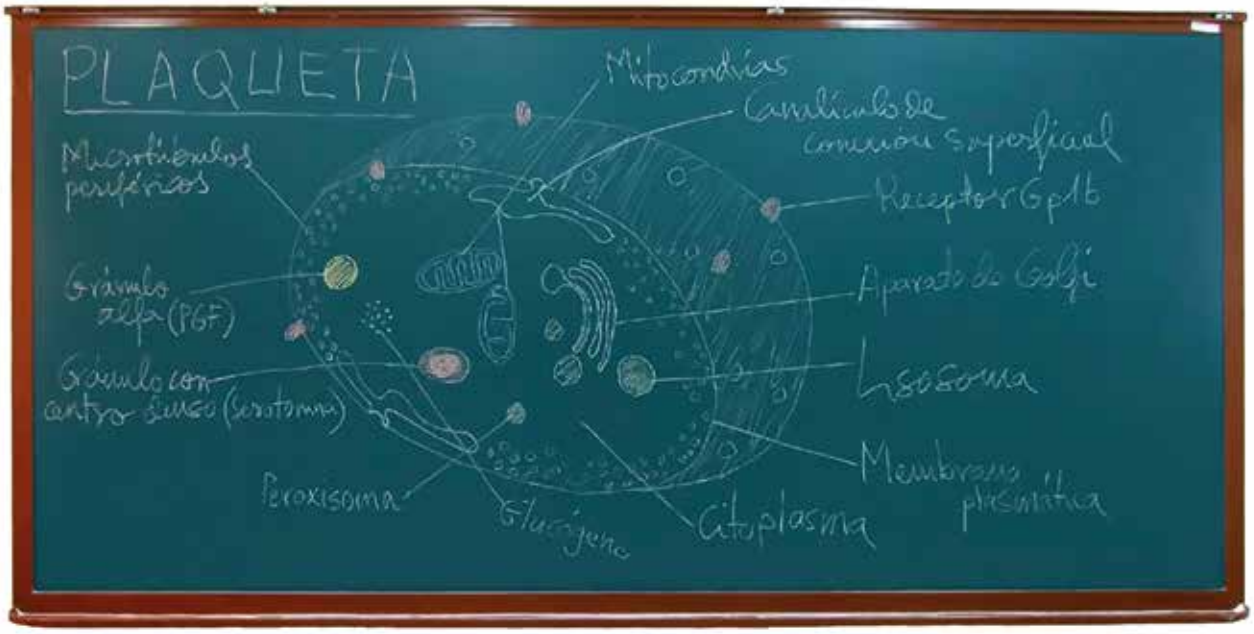
▲ **Detalle de una capa de la células epiteliales situadas sobre la membrana basal.**

▼ **Epitelio cilíndrico simple ciliado.**

Lámina

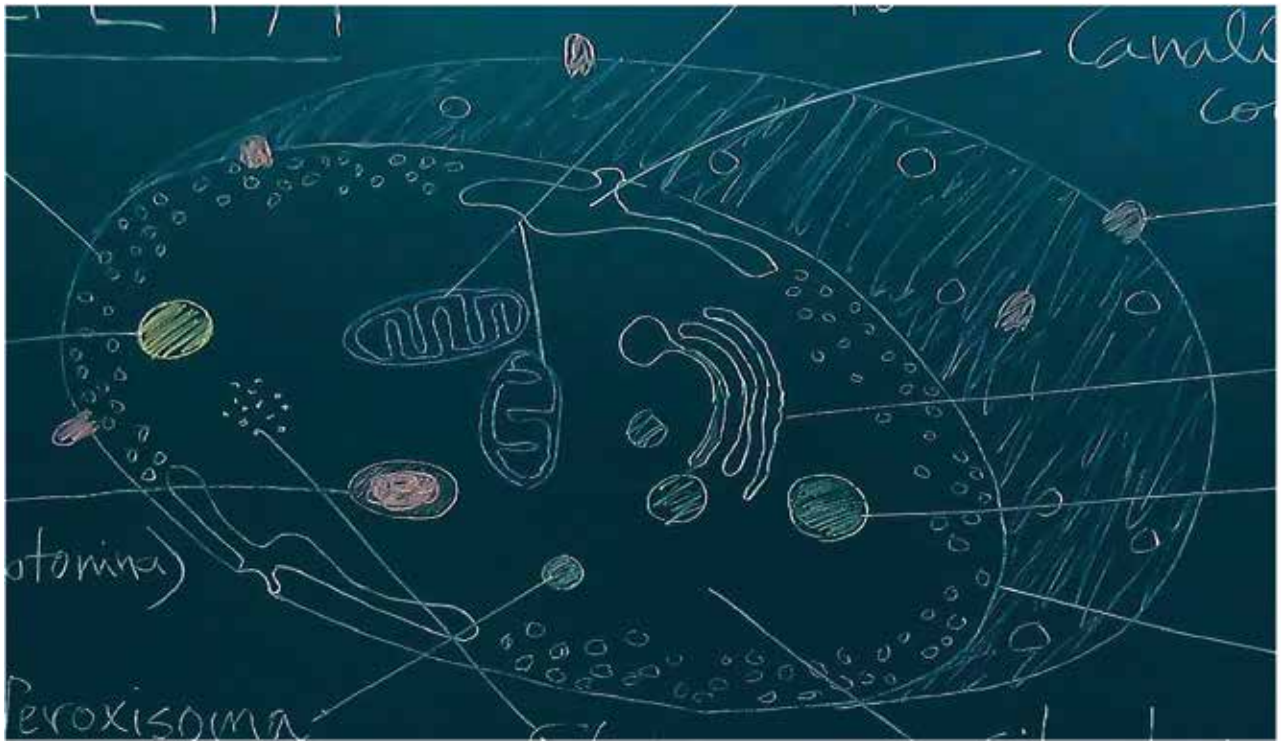
42

Las plaquetas



▲ **Estructura de una plaqueta.**

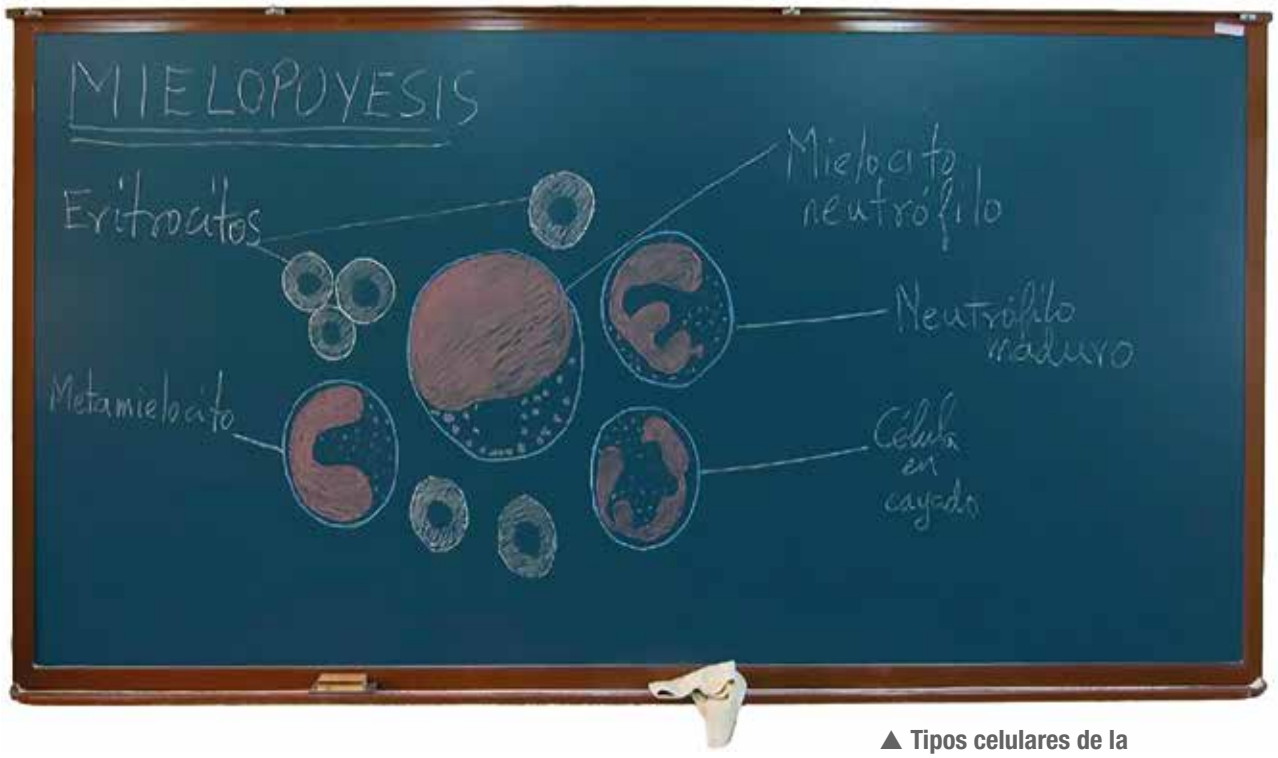
▼ **Detalle de los componentes de una plaqueta (el sistema de canalículos de conexión superficial, diferentes tipos de gránulos citoplásmicos, algunos orgánulos y componentes del citoesqueleto).**



Lámina

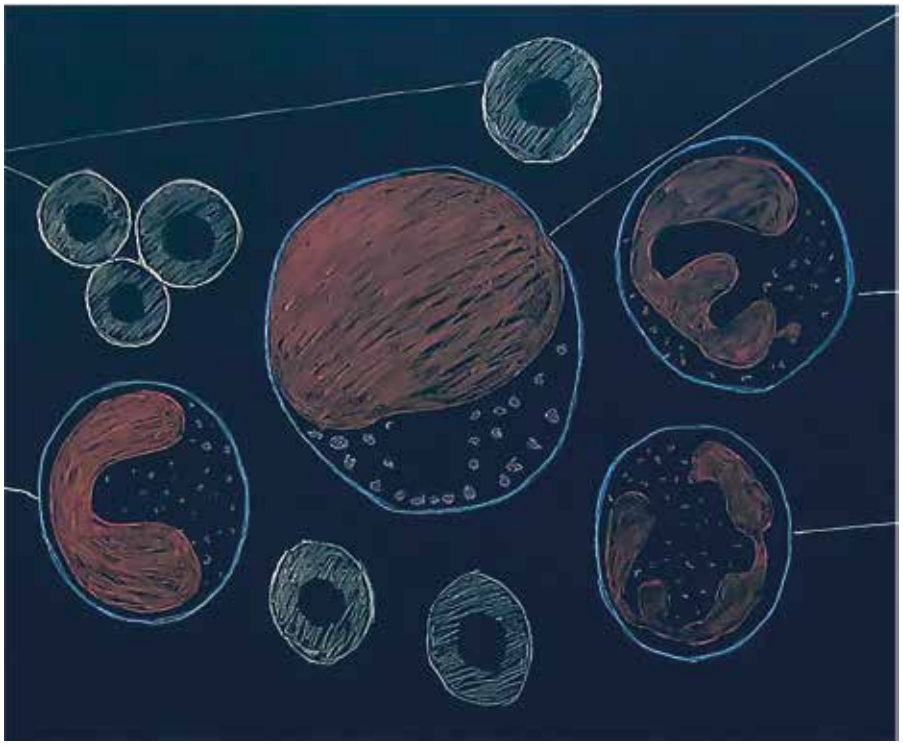
43

La hematopoyesis



▲ **Tipos celulares de la granulopoyesis.**

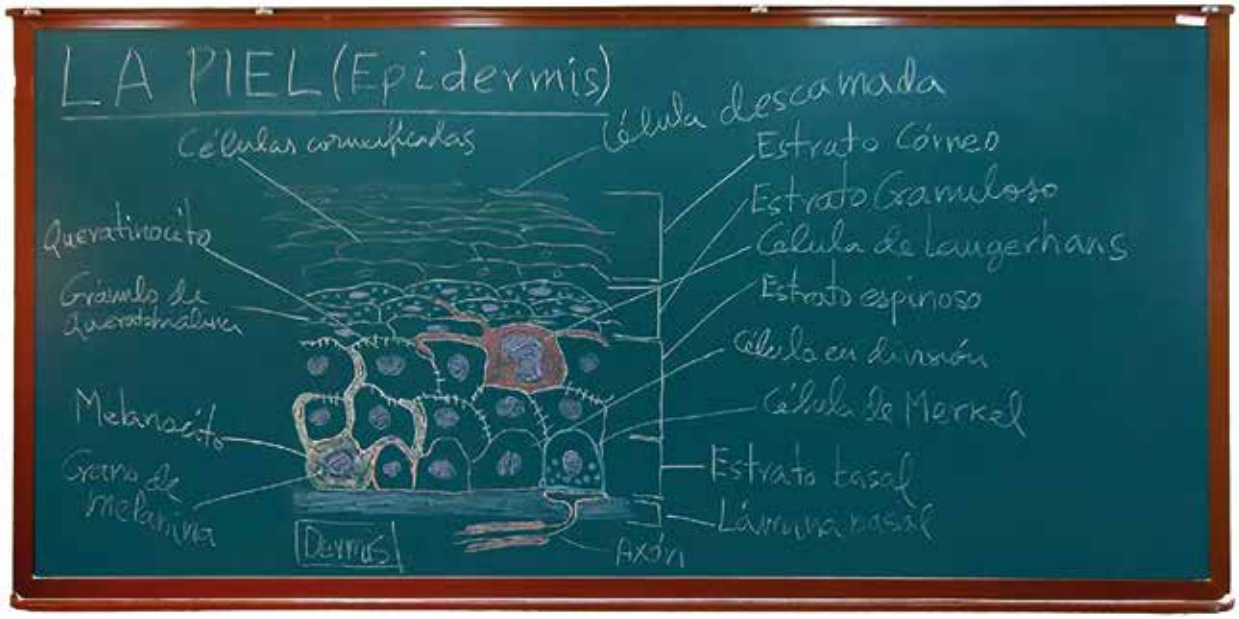
▼ **Detalle de diferentes estadios de la granulopoyesis neutrófila.**



Lámina

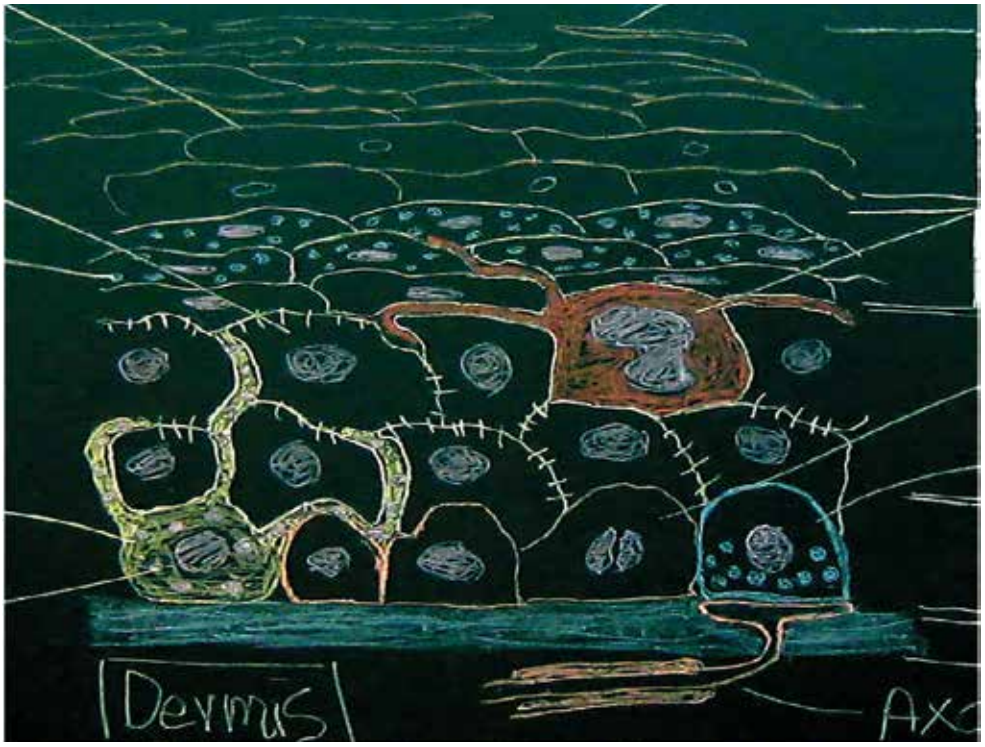
44

La piel



▲ **Estructura de la epidermis.**

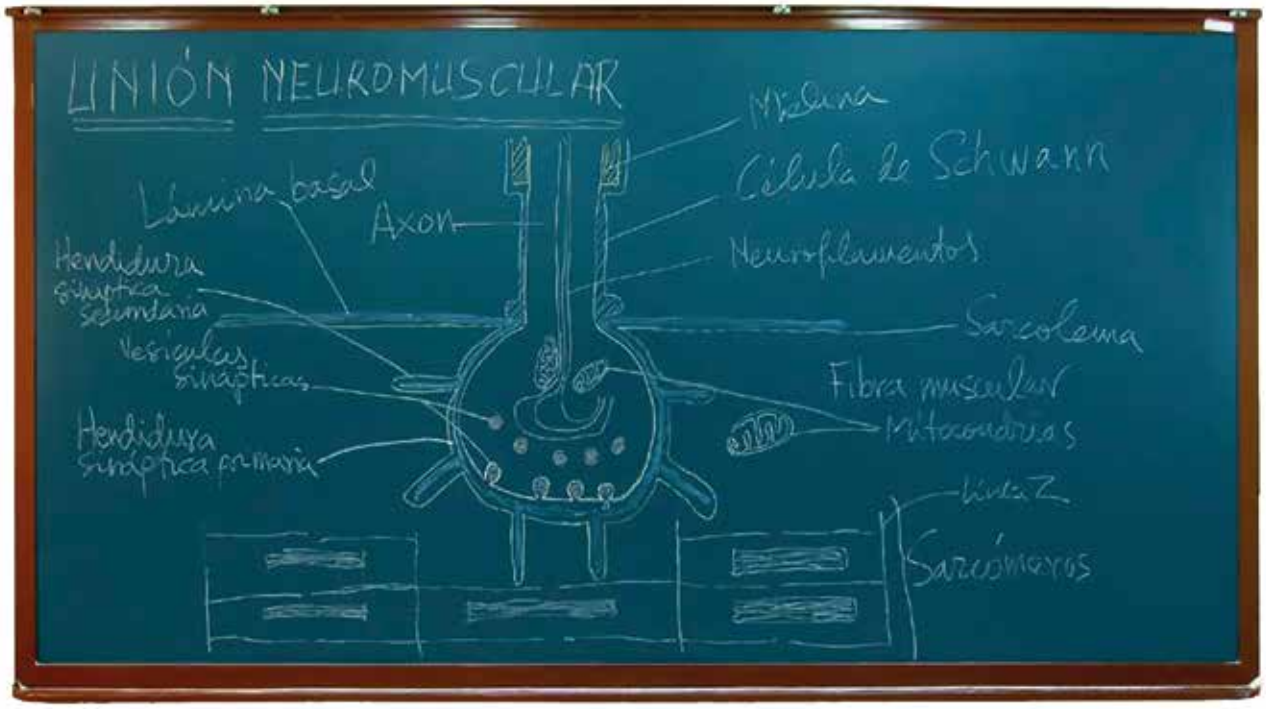
▼ **Detalle de los diferentes tipos celulares de la epidermis.**



Lámina

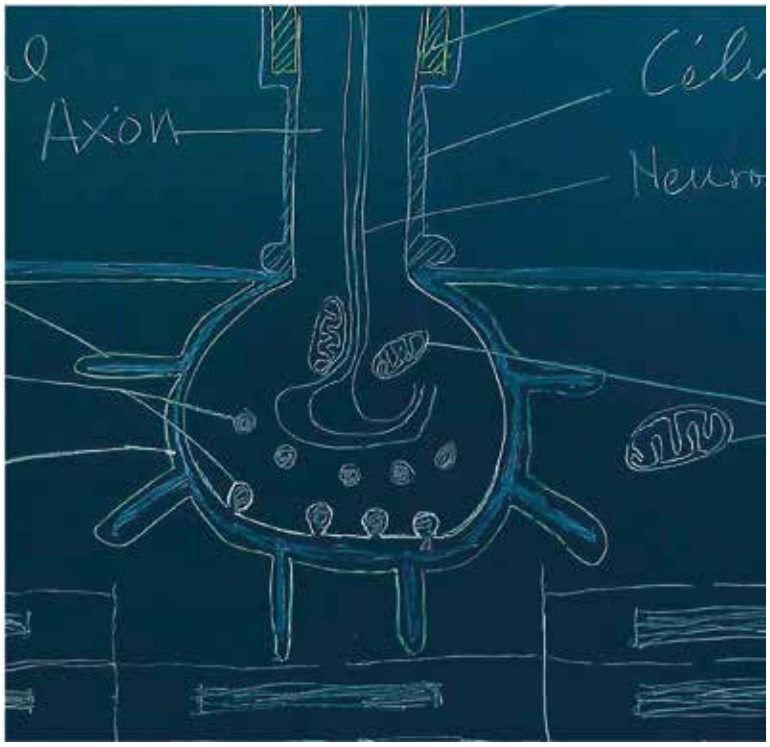
45

La placa motriz



▲ **La unión neuromuscular.**

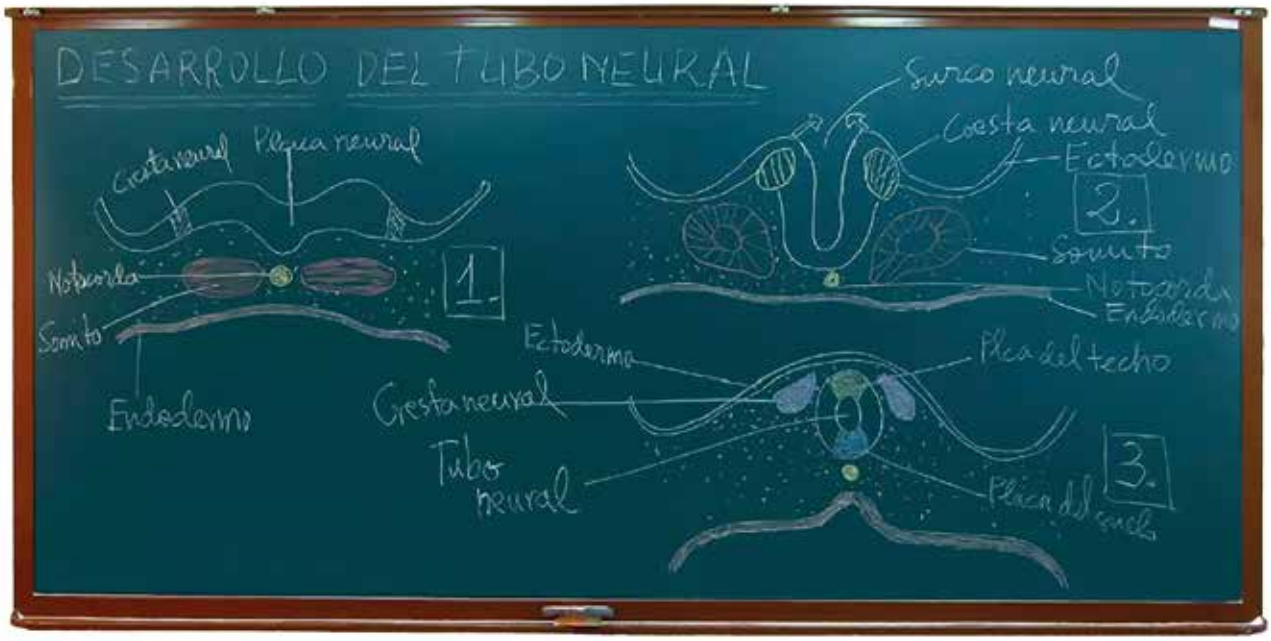
▼ **Detalle de la unión entre el terminal axónico y la célula muscular estriada. Se observan los componentes sinápticos.**



Lámina

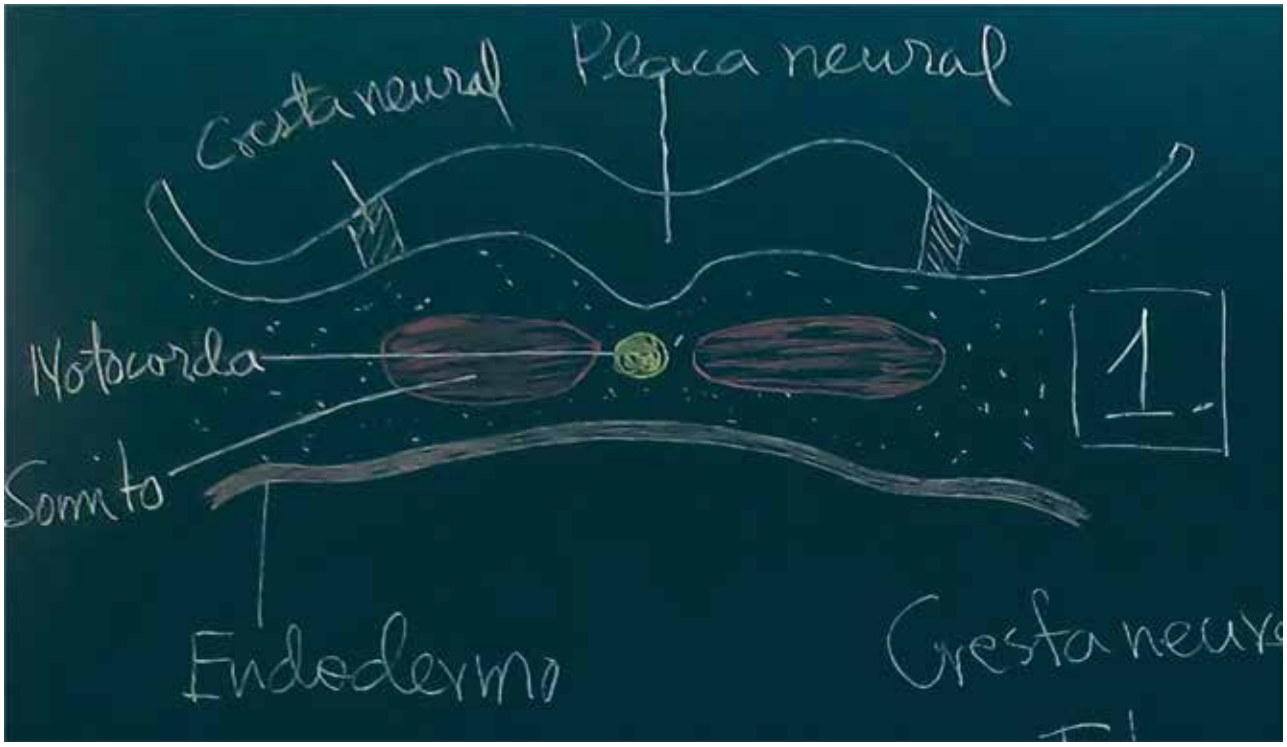
46

Desarrollo del tubo neural



▲ **Esquema de tres estadios embrionarios consecutivos durante la formación del tubo neural.**

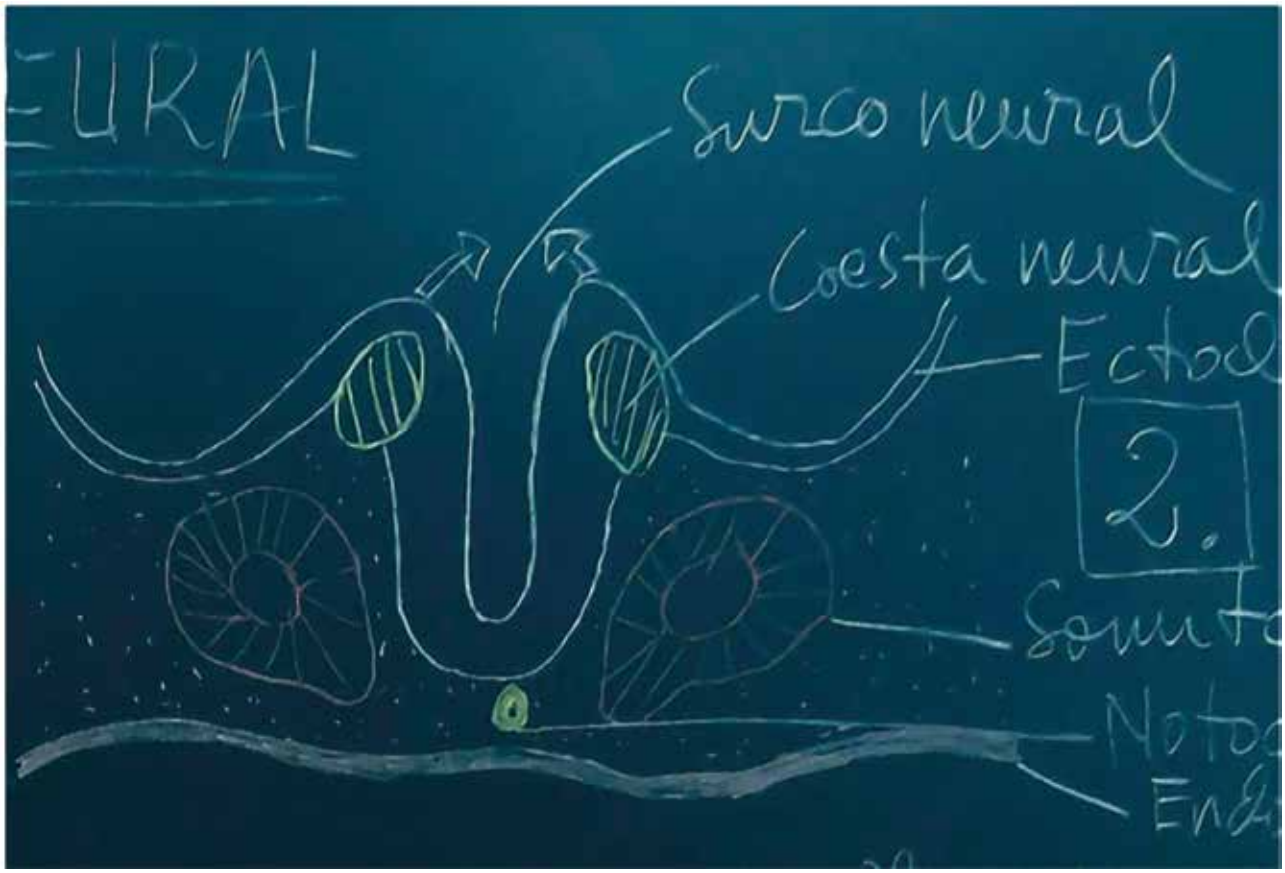
▼ **Inicio de la formación del surco neural.**



Lámina

47

Dos fases del desarrollo del tubo neural



▲ **Formación del tubo neural por cierre del surco neural.**

▼ **Tubo neural y crestas neurales.**

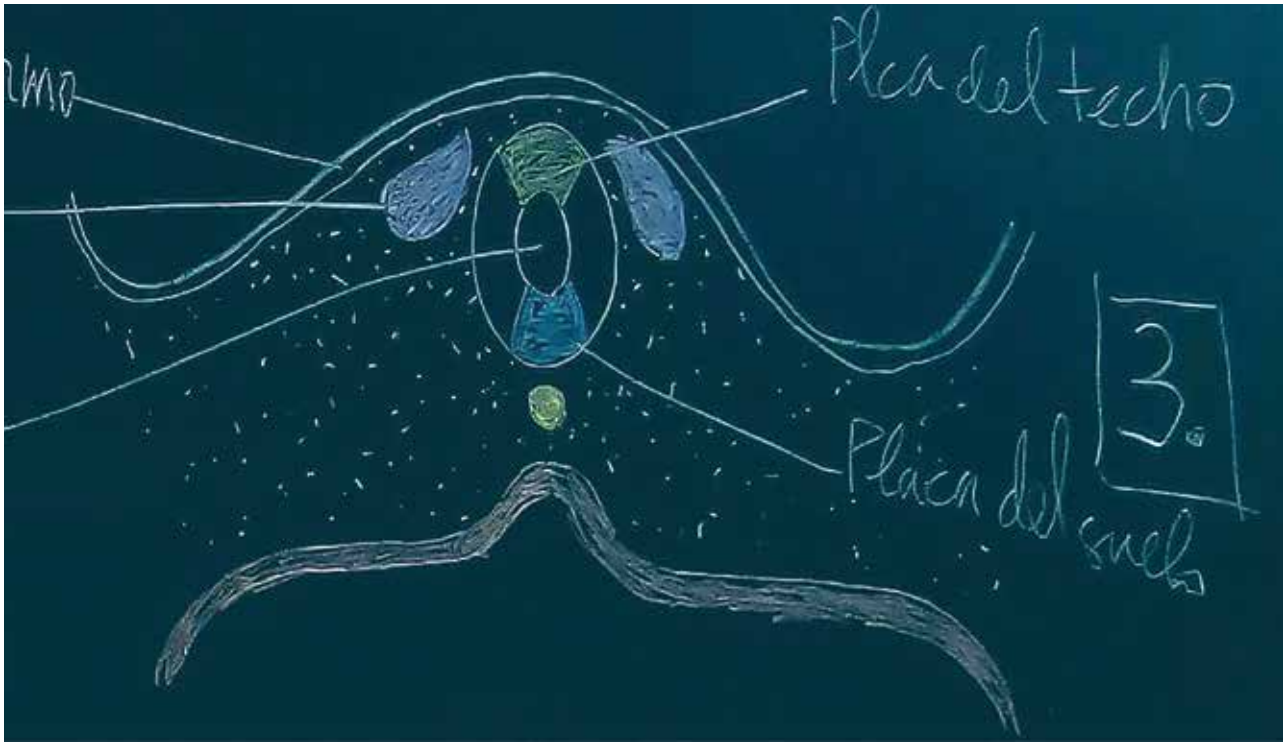
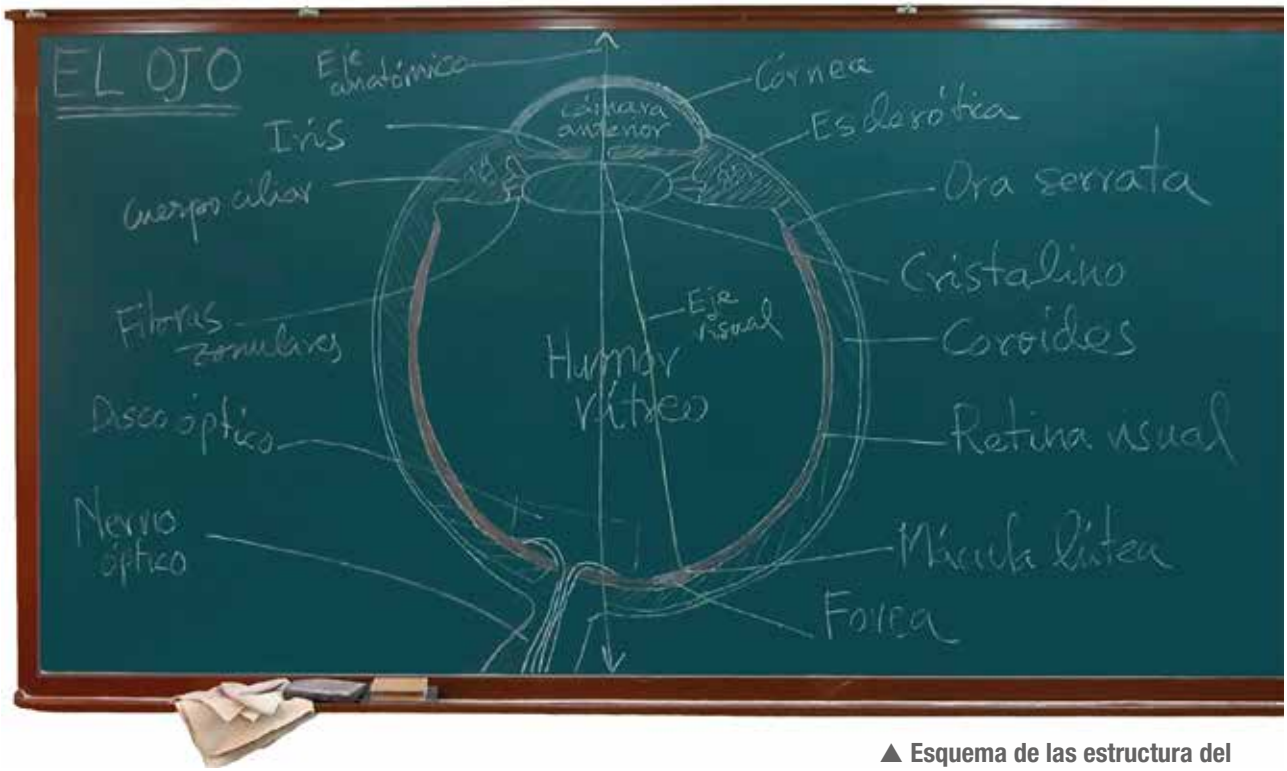


Lámina
48

El globo ocular



▲ **Esquema de las estructura del globo ocular humano.**

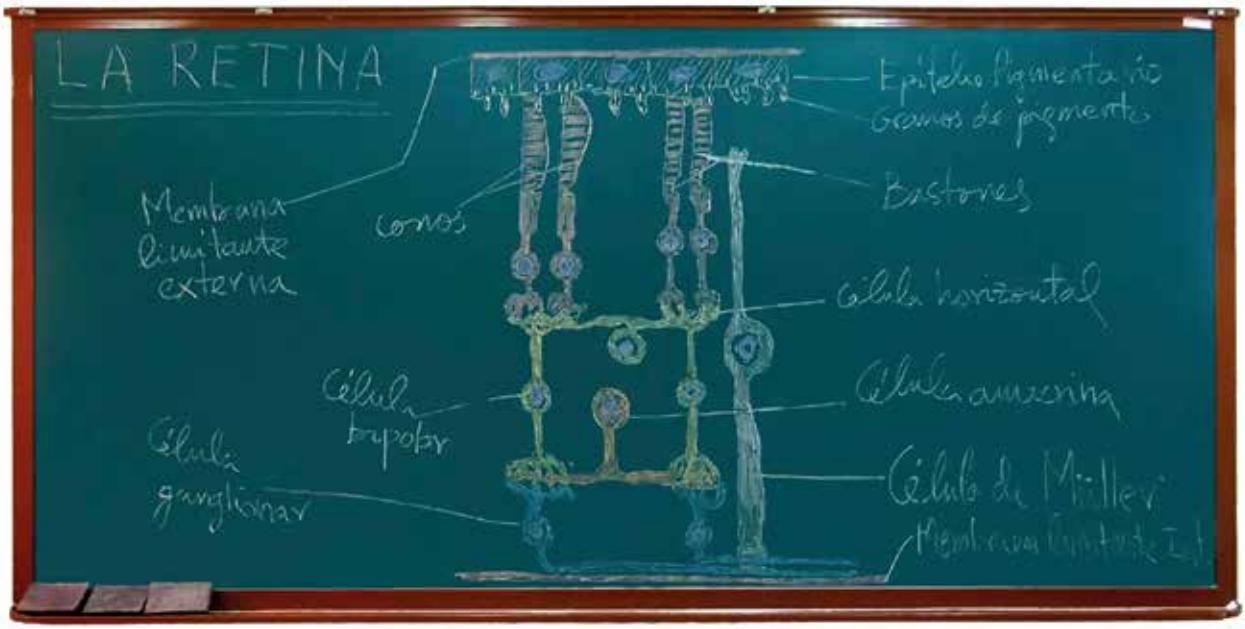
▲ **Detalle de la parte anterior del ojo.**

▲ **Detalle del nervio óptico y la retina visual con la mácula densa.**

Lámina

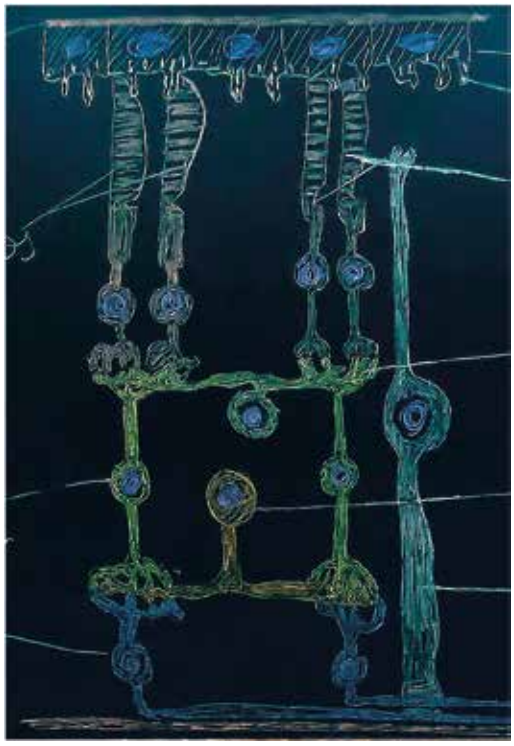
49

La retina



▲ **Esquema de la retina mostrando sus diferentes tipos celulares.**

▼ **Las capas de la retina.**



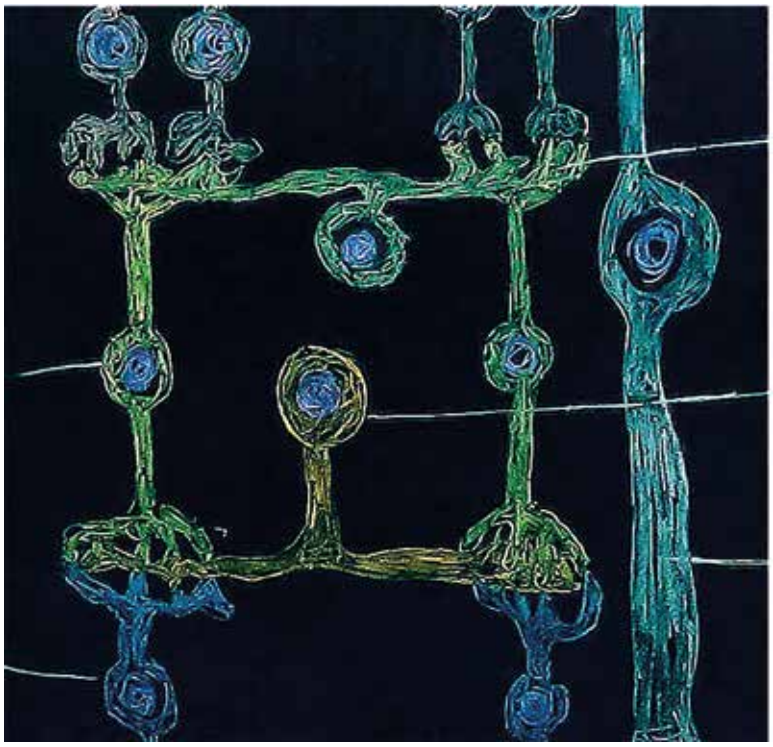
Lámina

50

Conexiones en la retina

▲ **Detalle de las conexiones entre células del epitelio pigmentario y células fotorreceptoras.**

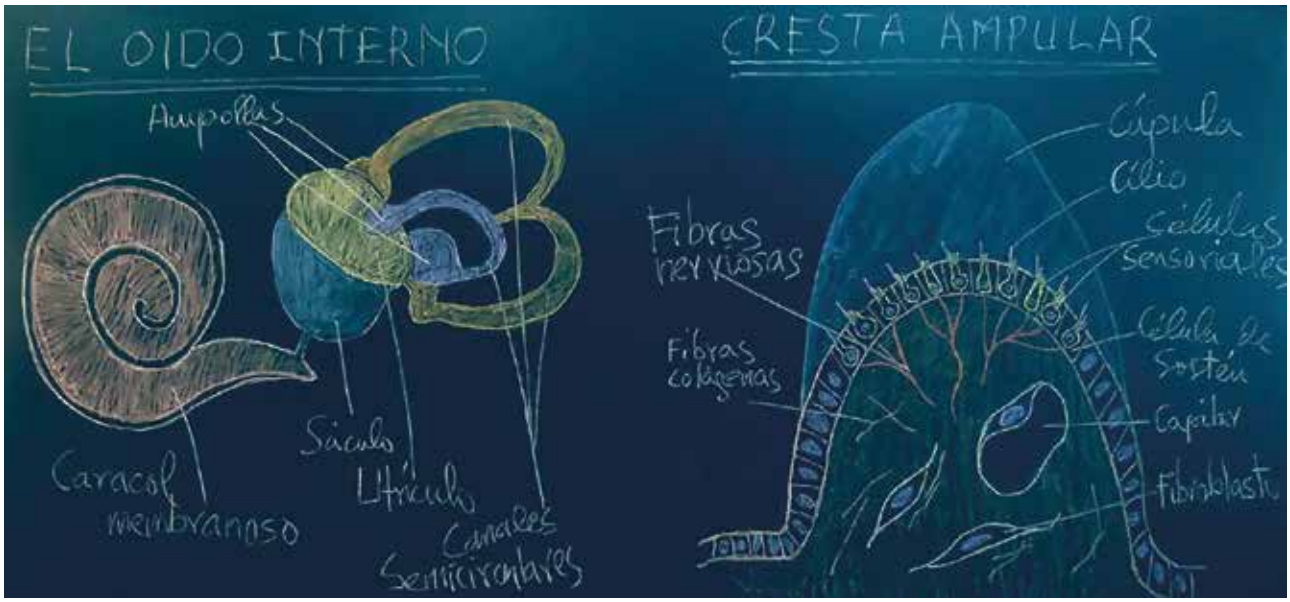
▼ **Conexiones sinápticas entre célula amacrina, bipolares y ganglionar.**



Lámina

51

El oído interno



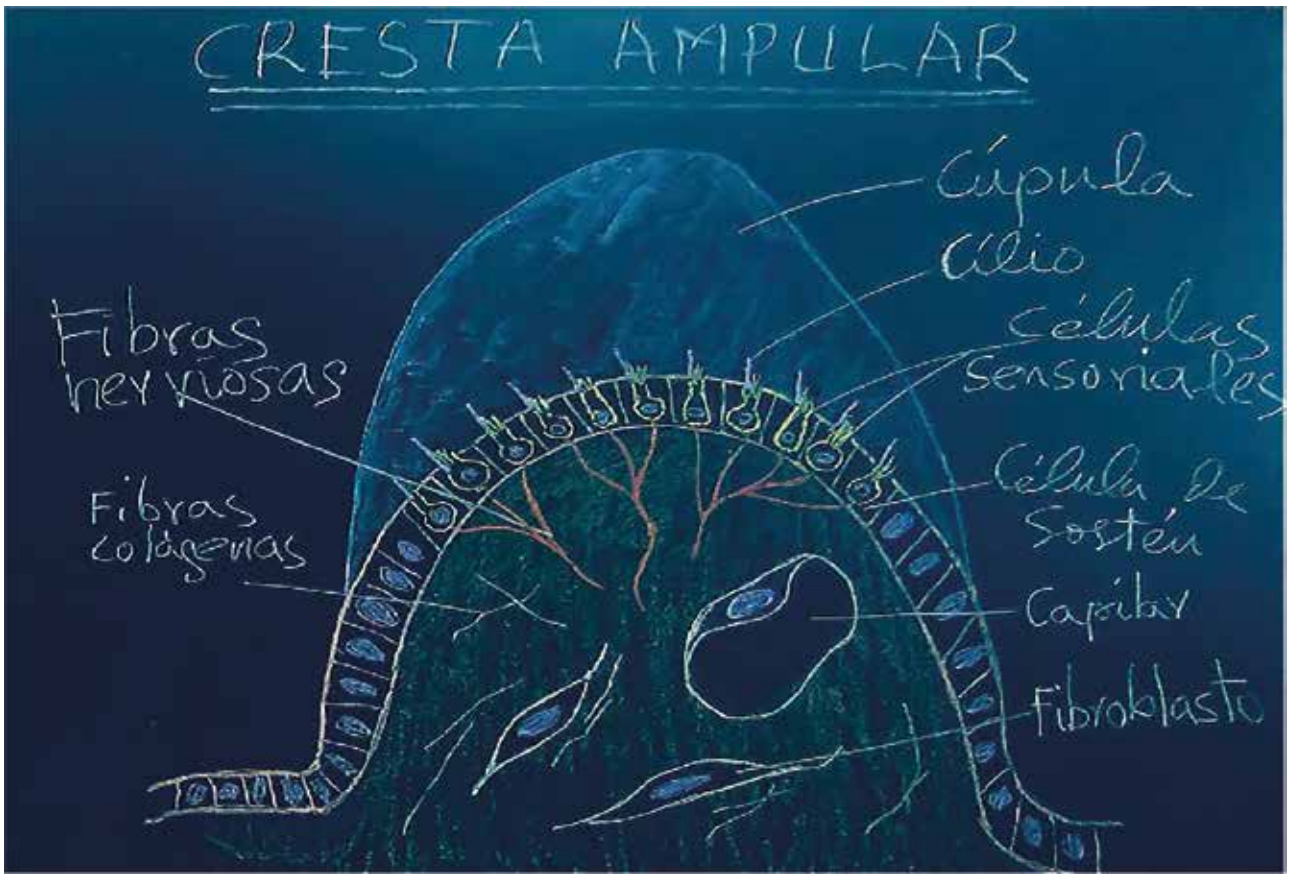
▲ **Componentes del oído interno. Detalle de una cresta ampular.**

▼ **El caracol membranoso, el utrículo, el sáculo y los canales semicirculares con las apollas.**

Lámina

52

Detalles de una cresta ampular



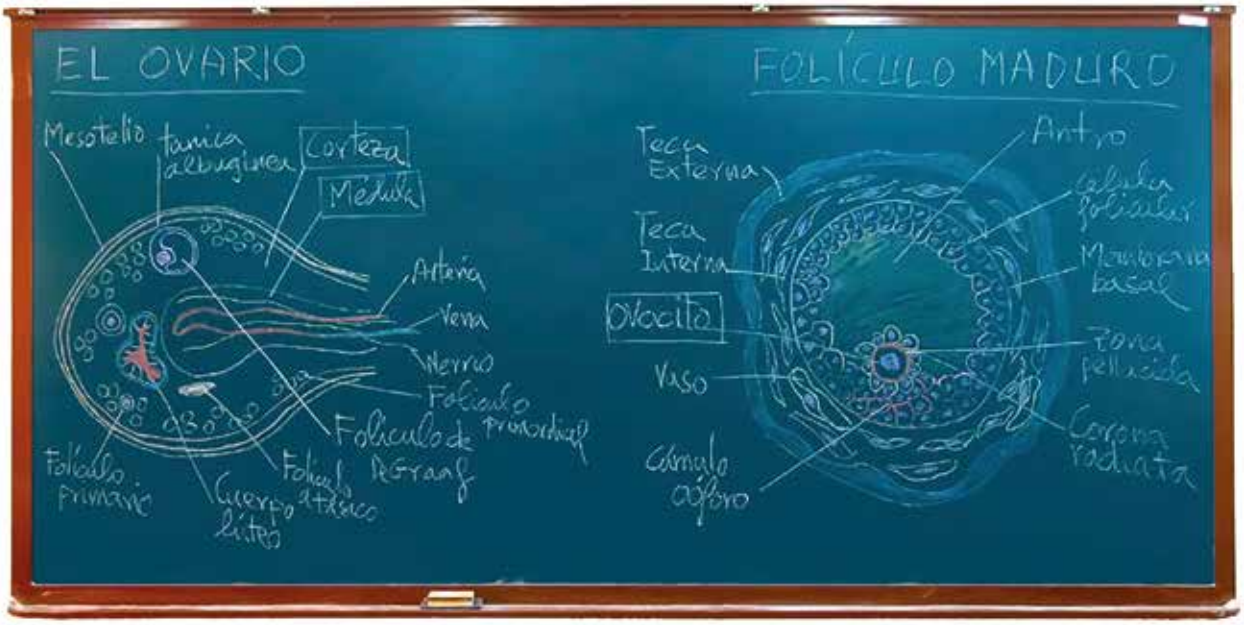
▲ **Cresta ampular mostrando el epitelio sensorial que descansa sobre una capa de conjuntivo vascularizado. Sobre el epitelio se localiza la cúpula gelatinosa.**

▼ **Detalle del epitelio sensorial formado por células provistas de un cilio y por células de sostén. De la zona basal de las células sensoriales parten fibras nerviosas.**

Lámina

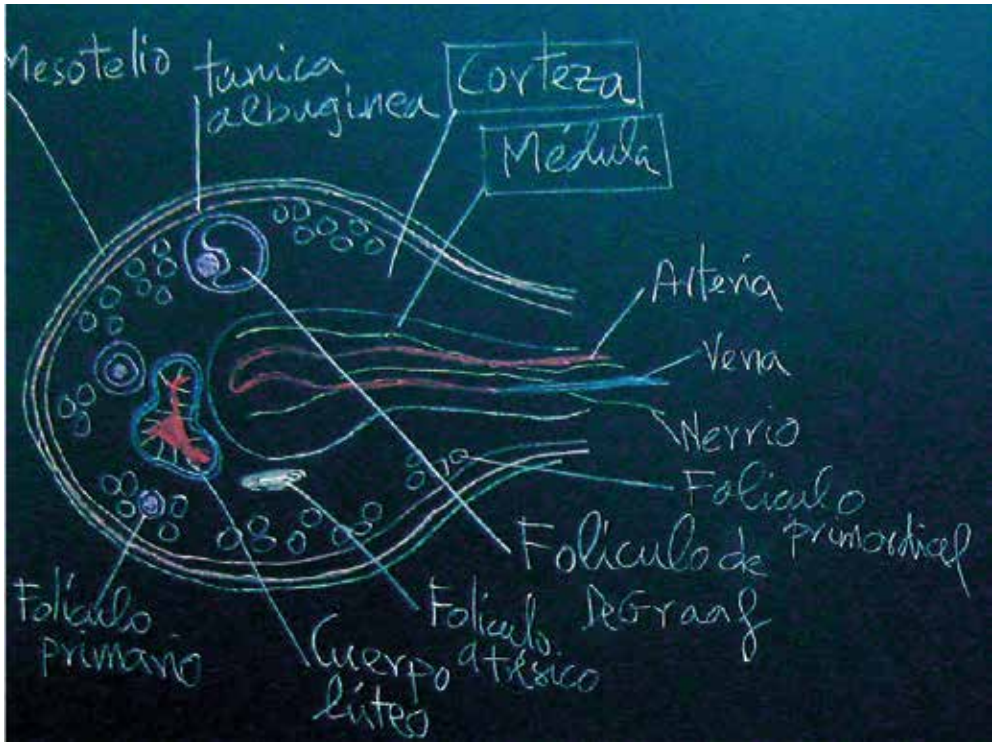
53

El ovario



▲ **Estructura del ovario y detalle de un folículo maduro.**

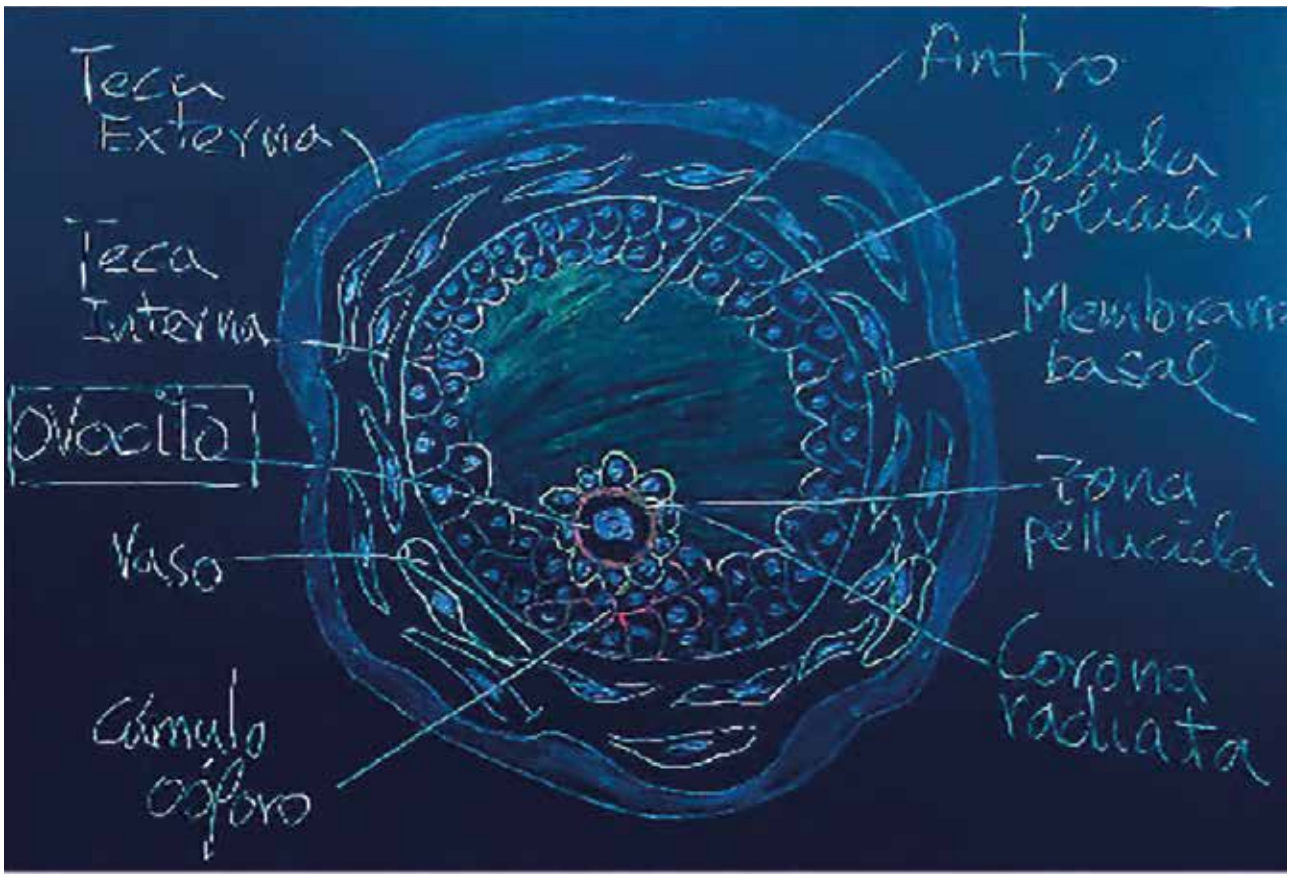
▼ **Sección longitudinal de un ovario mostrando sus partes (corteza, médula e hilio), así como folículos en diferentes estadios de maduración.**



Lámina

54

El folículo de “De Graaf”



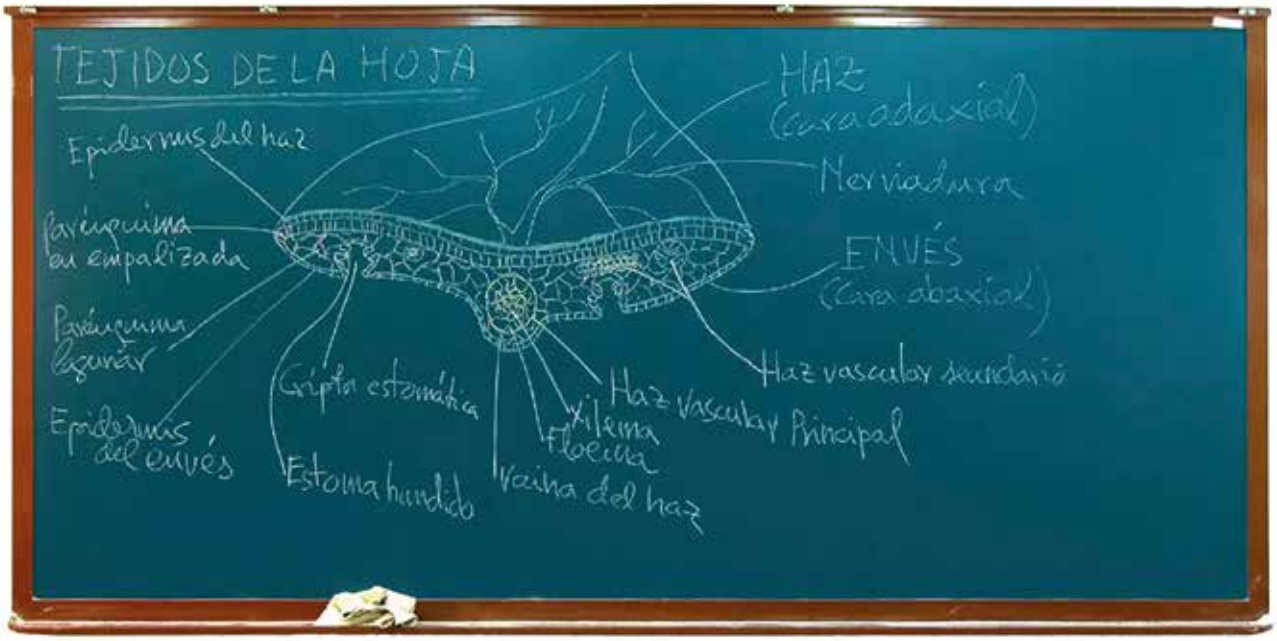
▲ **Sección transversal de un folículo de De Graaf.**

▼ **Detalle del oocito rodeado por la zona pellúcida y la corona radiata. Se observan el cúmulo oóforo y las tecas.**

Lámina

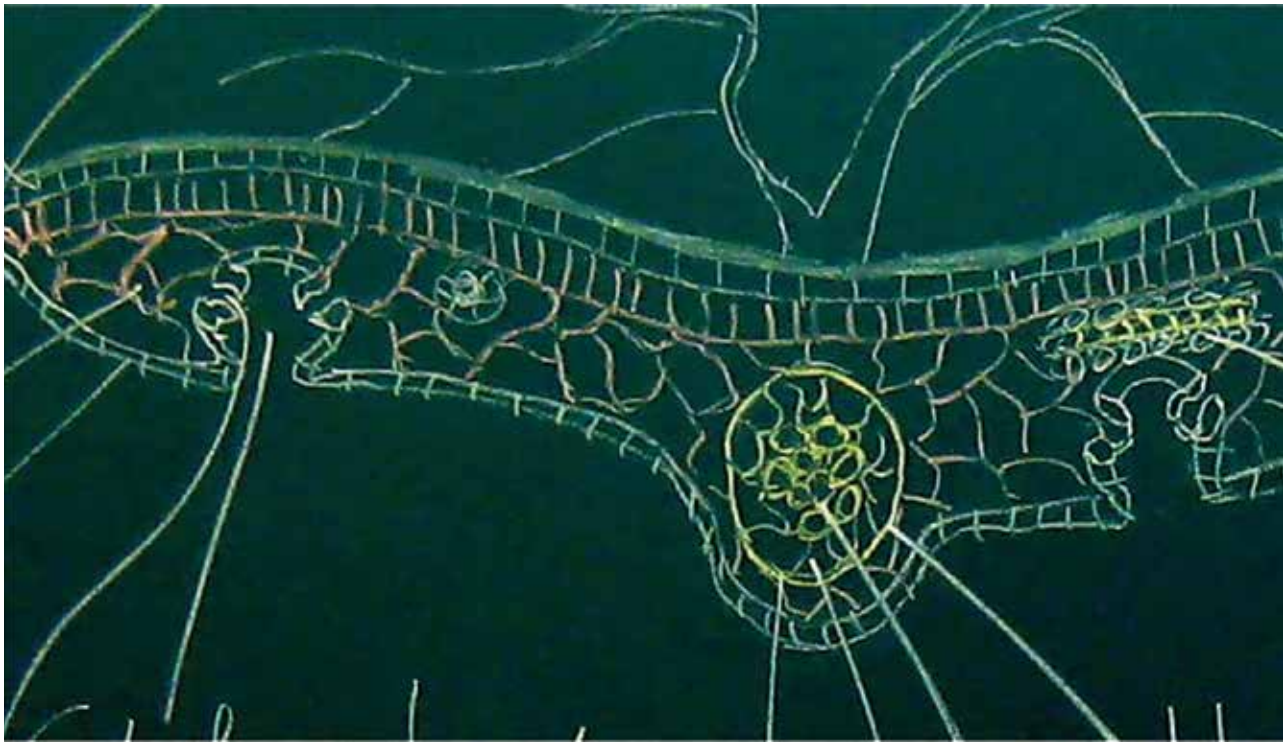
55

Los tejidos vegetales en la hoja



▲ **Sección transversal de una hoja de dicotiledónea. Se observa la cara adaxial mostrando la nerviadura.**

▼ **Detalle de los tejidos del mesofilo foliar. En la sección se observa un estoma en el interior de una cripta estomática y secciones transversales de el haz vacular principal y de un haz vascular secundario. También se observa la sección longitudinal de un haz vascular secundario mostrando componentes traqueales xilemáticos.**



[D] Creación plástica en la pizarra

En este último apartado se muestran tres obras realizados sobre la pizarra, con motivación exclusivamente plástico-creativa.

Como el resto de los dibujos que se presentan en esta recopilación, su carácter es totalmente efímero. A diferencia de los anteriores, no han supuesto idea o proyecto previo alguno.

Se trata de obras expresionistas, resultado de la improvisación surgida en el momento de ser creadas.

Desde el punto de vista de su materialización se han visto fuertemente condicionadas por las características particulares de los materiales empleados (pizarra y tizas).

En concreto, la difusión y empaste de colores es enormemente limitada o nula. Lo es también la superposición del color. Todo ello obliga a un ejercicio de adaptación del trabajo creativo a las características de los medios, que son totalmente diferentes de los utilizados con preferencia para el arte expresionista.

Otro condicionante inevitable es el permanente color de fondo del soporte, que limita en gran medida la capacidad expresiva.

Si bien estas tres obras son objetos de abstracción, en dos de ellos, se emplean trazos que muestran cierto carácter figurativo e incluso geométrico.

El cromatismo resultante es muy limitado, estando condicionado y viéndose fijado por los seis colores disponibles en las tizas habituales para uso docente.

Prescindiendo del marco del soporte, las obras han sido creadas considerando una superficie de gran formato, que no ha sido cubierta en su totalidad, dejando libre una amplia área circundante, que pretende establecer una ausencia de límites para cada obra.

La primera de estas tres obras utiliza como medio expresivo la línea. Se muestran un conjunto de líneas curvas, sinuosas, que se superponen buscando un efecto de profundidad.

En la segunda, se pretende el uso de pequeñas áreas o campos de color de contornos indefinidos, y de algunas líneas. Los elementos se yuxtaponen o enfrentan, como en un juego de planos y de formas.

La tercera y última consiste en un conjunto de círculos organizados de modo solapado, con los que se pretende buscar un efecto de profundidad espacial.

Lámina

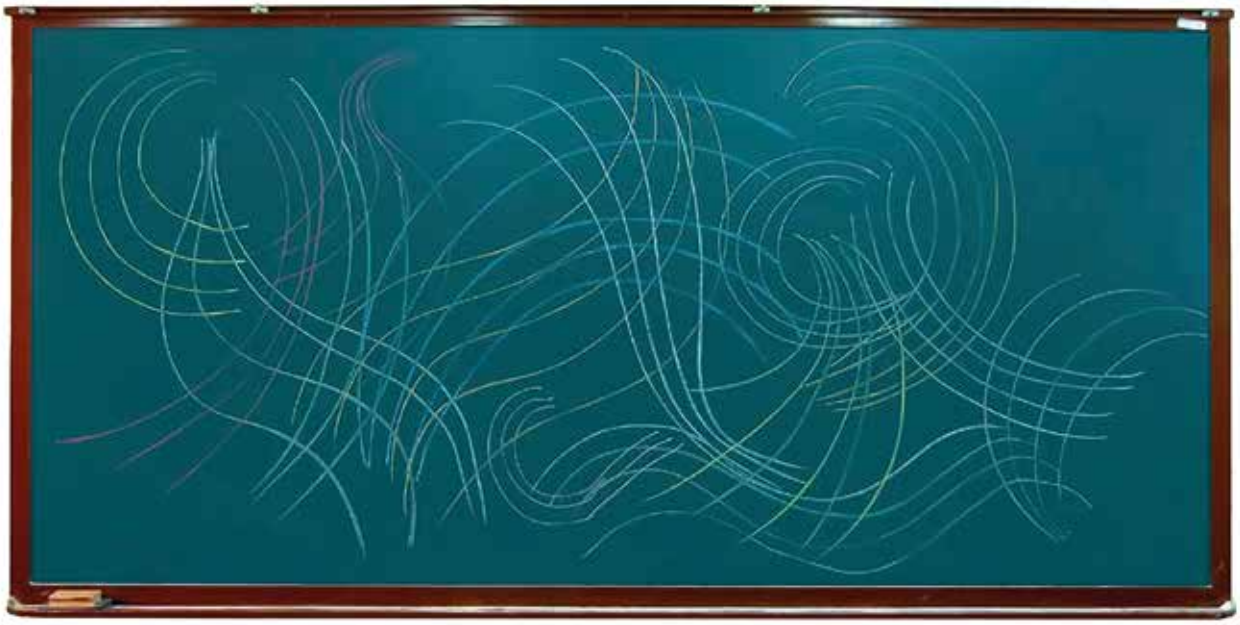
56

Obra n.º 1

Volutas

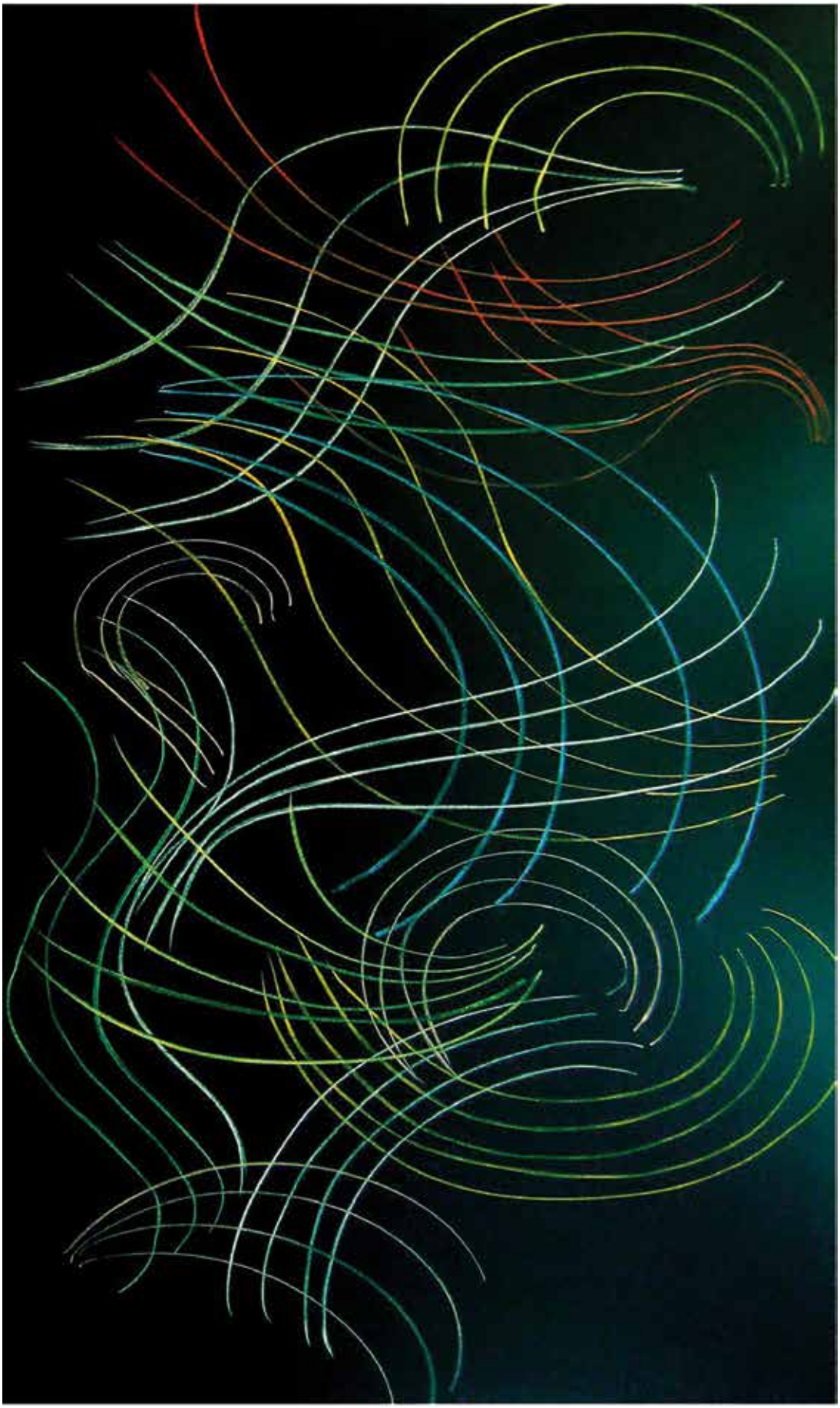
Tizas de colores
sobre pizarra.

2018

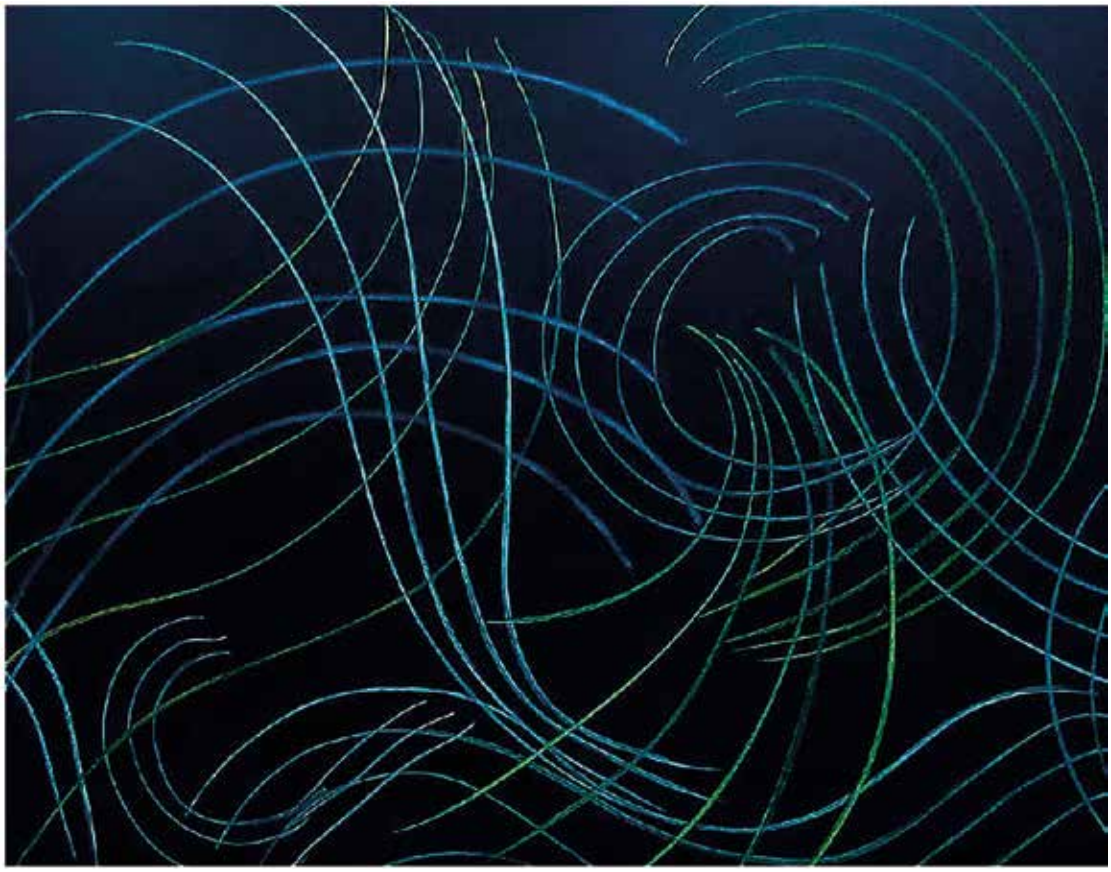


▲ **Vista general de la pizarra mostrando la obra n.º 1.**

▼ **Obra n.º 1: "Volutas".**

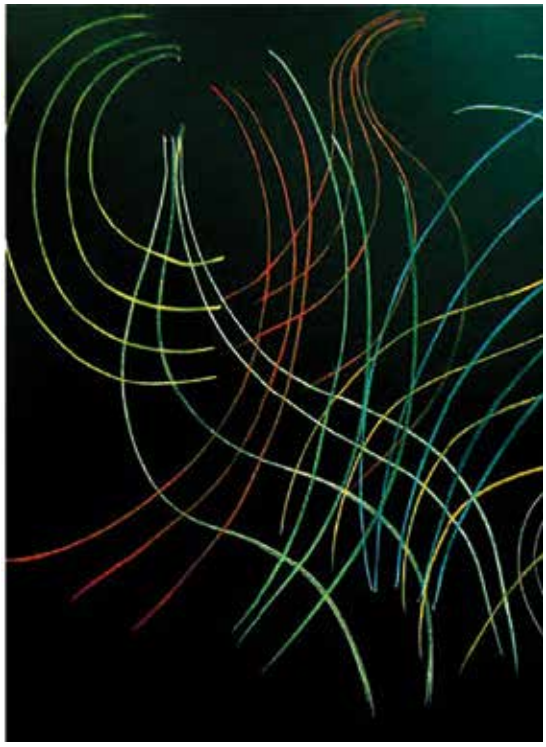


▲ **"Volutas" (Detalle 1).**

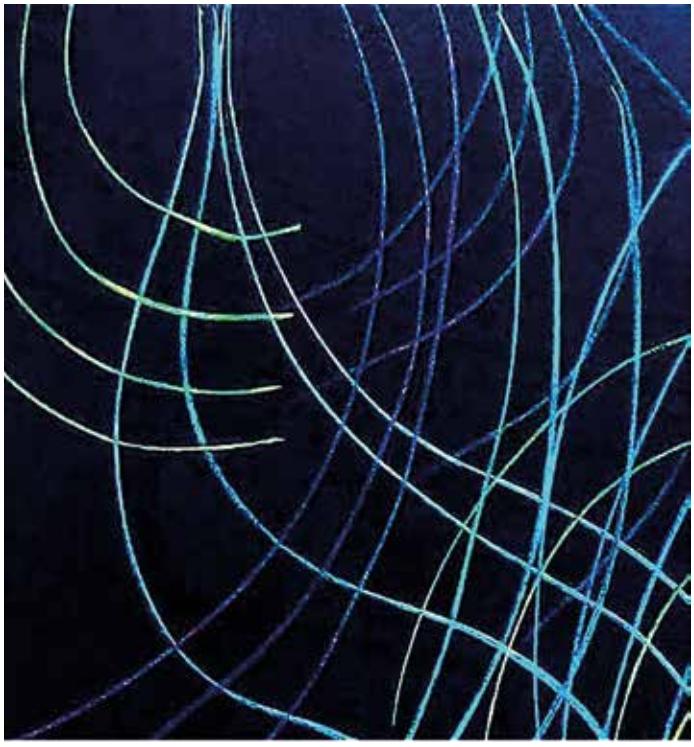


▲ **“Volutas” (Detalle 2).**

▼ **“Volutas” (Detalle 3).**



▼ **“Volutas” (Detalle 4).**



Lámina

57

Obra n.º 2

Entre planos

Tizas de colores
sobre pizarra.

2018

▲ **Vista general de la pizarra mostrando la obra n.º 2.**

▼ **Obra n.º 2: "Entre planos".**

▲ **“Entre planos” (Detalle 1).**

▲ **“Entre planos” (Detalle 2).**

▼ **“Entre planos” (Detalle 3).**

Lámina

58

Obra n.º 3

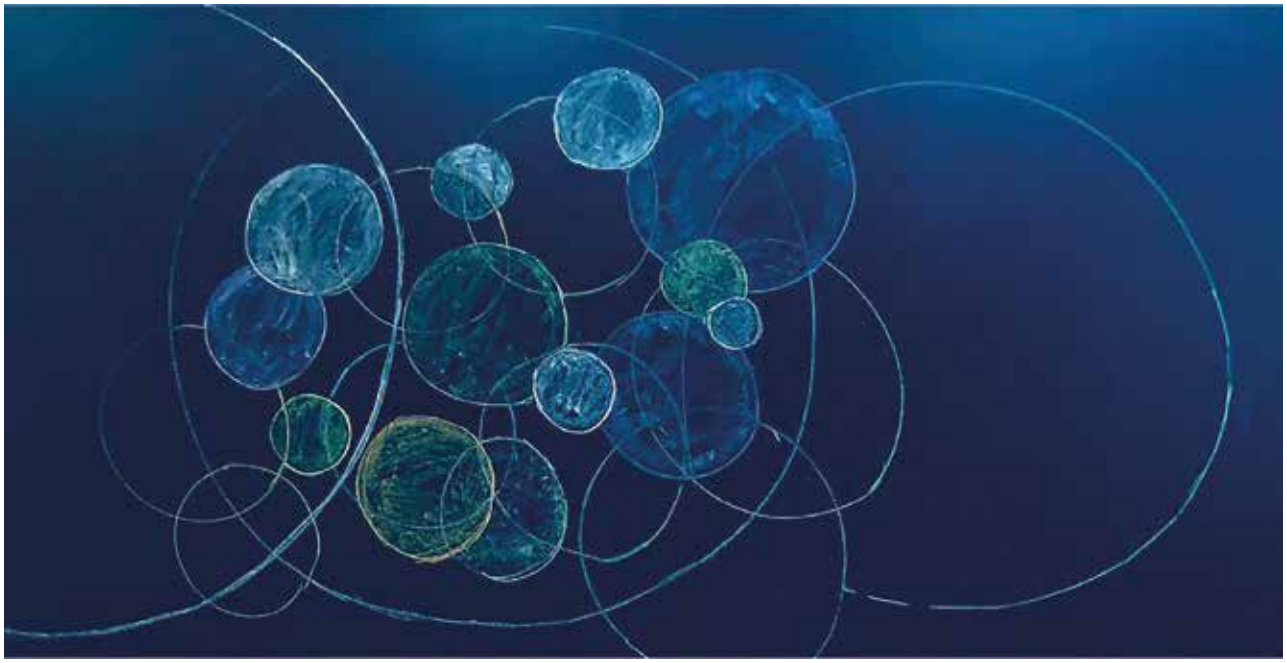
Espacios circulares

Tizas de colores
sobre pizarra.

2018

▲ **Vista general de la pizarra mostrando la obra n.º 3.**

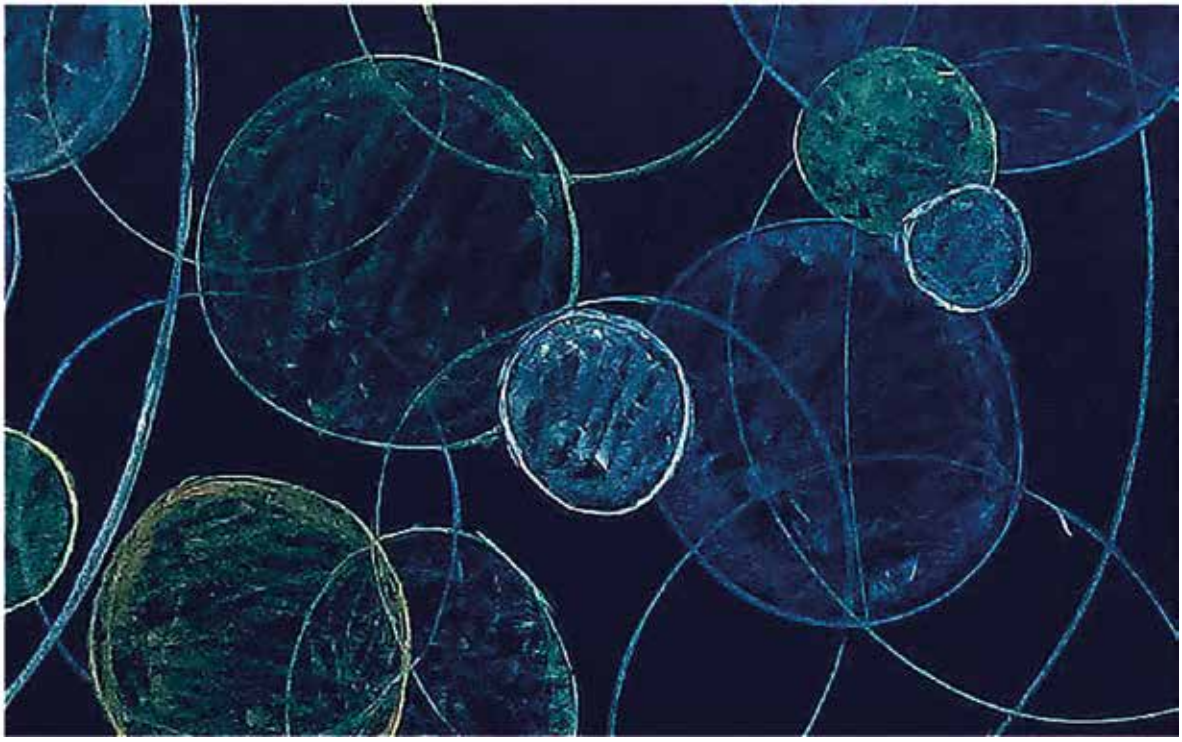
▼ **Obra n.º 3: "Espacios circulares".**



▲ **“Espacios circulares” (Detalle 1).**

▲ **“Espacios circulares” (Detalle 2).**

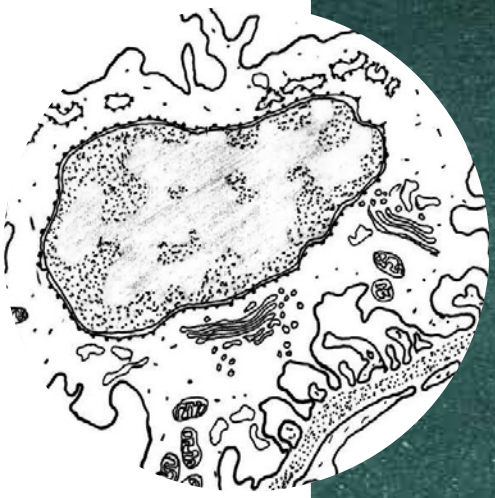
▼ **“Espacios circulares” (Detalle 3).**

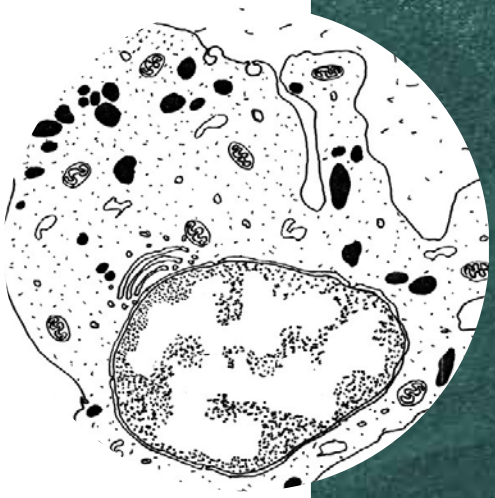


Relación de láminas

Lamina 1	Estructura anatómica y microscópico óptica de la nefrona de rana común	P. 22
Lámina 2	Esquema de la ultraestructura de un podocito de la hoja visceral de la cápsula de Bowman y del endotelio capilar glomerular	P. 24
Lámina 3	Esquema de la ultraestructura de una célula del epitelio del cuello ciliado de la nefrona	P. 26
Lámina 4	Esquema de la ultraestructura de una célula del epitelio del túbulo contorneado proximal de la nefrona de rana común	P. 28
Lámina 5	Esquema de la ultraestructura de una célula del epitelio del túbulo contorneado distal de la nefrona de rana común	P. 30
Lámina 6	Esquema de la ultraestructura de una célula tipo A del epitelio del tubo colector de la nefrona de rana común	P. 32
Lámina 7	Esquema de la ultraestructura de una célula tipo B del epitelio del tubo colector de la nefrona de rana común	P. 34
Lámina 8	Esquema de la ultraestructura de la arteriola aferente al glomérulo de la nefrona de rana común, mostrando un endotelio alto y una célula muscular lisa bajo la membrana basal	P. 36
Lámina 9	Esquema de la ultraestructura de una célula endocrina justaglomerular de la nefrona de rana común, mostrando gránulos de secreción de contenido denso	P. 38
Lámina 10	Esquema de la ultraestructura de una fibra nerviosa amielínica presente en el riñón de rana común, mostrando una célula de Schwann que rodea varios axones	P. 40
Lámina 11	Apuntes de una clase de teoría sobre la estructura del sistema nervioso de vertebrados	P. 44

Lámina 12	Apuntes de una clase de teoría sobre la estructura de la sinapsis química	P. 46
Lámina 13	Esquemas de los apuntes de una clase de teoría sobre los componentes celulares de la Glía	P. 48
Lámina 14	Dibujos de la estructura de los epitelios de revestimiento. Epitelio plano estratificado queratinizado y epitelio mucoso de labio humano. Epitelio mucoso de la superficie anterior de la lengua de rata	P. 50
Lámina 15	Dibujos de dos epitelios glandulares de mamíferos. Glándula salival y glándula mamaria	P. 52
Lámina 16	Dibujos de los epitelios de revestimiento y glandulares de la piel de anfibios	P. 54
Lámina 17	Dibujos del tracto digestivo humano. Estructura superficial, estructura interna. Vascularización e inervación de las vellosidades intestinales	P. 56
Lámina 18	Dibujos de la estructura del tracto digestivo de anfibios y de la estructura del hígado de cerdo	P. 58
Lámina 19	Dibujos de los componentes celulares de la sangre y de uno de los órganos periféricos del sistema inmunitario humano	P. 60
Lámina 20	Dibujos de la estructura microscópica del tejido óseo esponjoso y del compacto	P. 62
Lámina 21	Dibujos de la estructura histológica de los órganos del sistema nervioso central humano	P. 64
Lámina 22	Dibujos de la estructura microscópica de órganos respiratorio y endocrino de mamíferos	P. 66
Lámina 23	Dibujos de dos estadios de segmentación del huevo durante el desarrollo del embrión de pollo	P. 68
Lámina 24	Dibujos de dos secciones de embrión y de un embrión de pollo de 72 horas	P. 70
Lámina 25	Dibujos de la ultraestructura de la glándula adrenal de anfibios. Estructura microscópica de la Bolsa de Fabricio de pollo.	P. 72
Lámina 26	Fotografías del aula donde se han realizado los dibujos, mostrando la instalación del sistema lateral de alumbrado de la pizarra, así como un detalle de la localización de la misma	P. 76
Lámina 27	Fotografías del profesor ante la pizarra, durante dos momentos de la realización de uno de los dibujos	P. 78
Lámina 28	El microscopio	P. 80
Lámina 29	La célula animal	P. 82
Lámina 30	Borde apical. Citoplasma y núcleo de la célula animal	P. 84
Lámina 31	La célula vegetal	P. 86
Lámina 32	La división celular	P. 88
Lámina 33	La metafase	P. 90
Lámina 34	El aparato de Golgi	P. 92
Lámina 35	La mitocondria	P. 94
Lámina 36	El centriolo	P. 96
Lámina 37	El cilio	P. 98
Lámina 38	Detalles de la estructura ciliar	P. 100
Lámina 39	Las punteaduras	P. 102
Lámina 40	Los epitelios	P. 104
Lámina 41	Detalle de dos tipos de epitelio	P. 106
Lámina 42	Las plaquetas	P. 108
Lámina 43	La hematopoyesis	P. 110
Lámina 44	La piel	P. 112
Lámina 45	La placa motriz	P. 114
Lámina 46	Desarrollo del tubo neural	P. 116
Lámina 47	Dos fases del desarrollo del tubo neural	P. 118
Lámina 48	El globo ocular	P. 120
Lámina 49	La retina	P. 122
Lámina 50	Conexiones en la retina	P. 124
Lámina 51	El oído interno	P. 126
Lámina 52	Detalles de una cresta ampular	P. 128
Lámina 53	El ovario	P. 130
Lámina 54	El folículo de “De Graaf”	P. 132
Lámina 55	Los tejidos vegetales en la hoja	P. 134
Lámina 56	Obra n.º 1.“Volutas”	P. 138
Lámina 57	Obra n.º 2. “Entre planos”	P. 142
Lámina 58	Obra n.º 3. “Espacios circulares”	P. 146





Facultad de Biología
Universidad de Murcia

edit.um
EDICIONES DE LA UNIVERSIDAD DE MURCIA

UNIVERSIDAD DE
MURCIA